

Zool.

25

&

Zool. 25 6.

Baumgärtner

Der

Athmungsprozess im Ei

Dr. Julius Ludwig Lehmann

Freiburg i. B.

Friedrich Wagner'sche Buchhandlung

1881.

© Der

Athmungsprozess im Ei

von

Dr. Julius Baumgaertner.

Freiburg i. B.

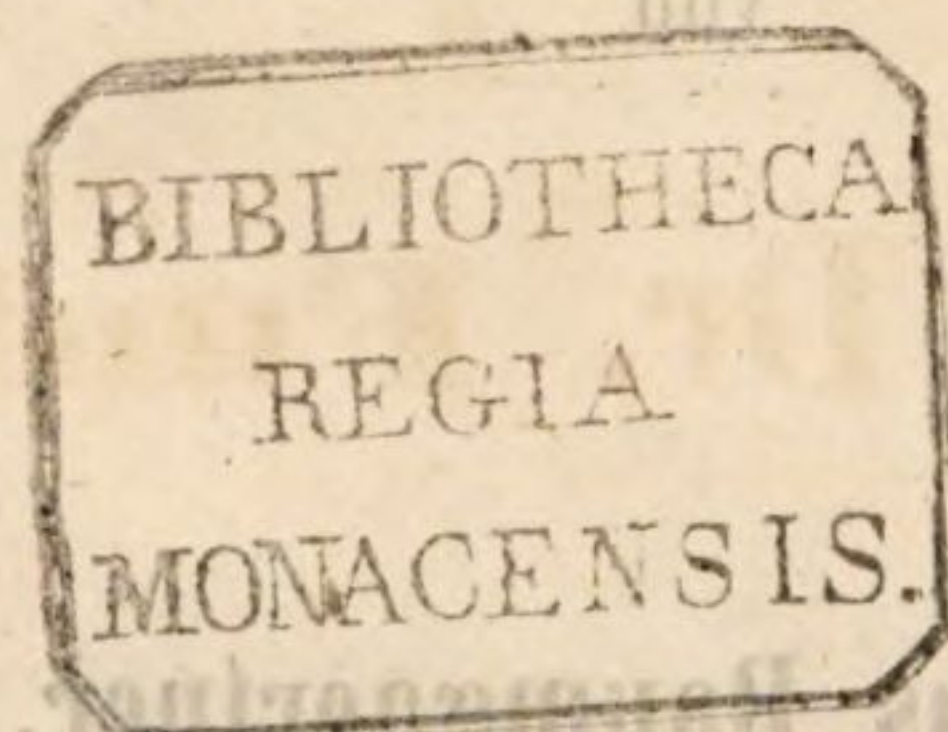
Friedrich Wagner'sche Buchhandlung.

1861.

220 - 1/2.

Der

Atmungsprozess im Ei



Freiburg i. B.

Gedruckt bei Fr. Wagner in Freiburg.

1861

Den Herren

Vorwort.

Professor Dr. v. Babo

und

Professor Dr. Funke

dankend gewidmet

vom **Verfasser.**

Den Herren

Professor Dr. v. Babo

und

Professor Dr. Finkbe

von Verlasser.

Verlag von W. F. Wagner & Co.

Vorwort.

Zu den interessanteren Vorgängen gehört wohl die Entwicklung des thierischen und namentlich des menschlichen Organismus; da es aber nicht leicht möglich ist, letzteren in seinem Entstehen der Untersuchung zu unterwerfen, müssen wir zur Entwicklung des Thiereies, die der des Menschen vollkommen analog ist, unsere Zuflucht nehmen. Wie manchem Hühnchen wurde das Licht der Welt zu erblicken versagt, weil es dem neugierigen Blicke des Menschen zum Opfer fiel.

In einer Reihe trefflicher Werke sind uns Schilderungen und Abbildungen über genannte Vorgänge gegeben, noch nicht genau untersucht wurden aber die bei so mächtigen Umbildungen nothwendiger Weise vor sich gehenden chemisch-physiologischen Prozesse „der Gaswechsel des sich entwickelnden Eies.“ Zu solcher Untersuchung über die Respiration des bebrüteten Eies bedurfte ich eines passenden Apparates, den ich auf beigefügter Tafel abbilden liess. Da derselbe aber auch zu Respirationsversuchen mit lebenden Thieren geeignet ist, wenigstens in den angegebenen Grösseverhältnissen für kleinere Thiere, oder eine grössere Anzahl noch kleinerer, z. B. Insekten, und nach Veränderung der Grössenverhältnisse,

auch für grössere Thiere, glaube ich ihn auch allgemein ebenso für den ersteren wie den letzteren Zweck als Apparat zu Respirations - Untersuchungen empfehlen zu dürfen.

Die Zeichnung des Apparates habe ich gerade so fertigen lassen, wie er meinen Händen entsprungen ist, und muss daher um Nachsicht bitten, wenn in der Reihe der Glasarbeiten einige Mängel zu entdecken sind, da ich noch keine Fertigkeit, im Glase zu arbeiten, besass, und erst durch die Fertigung dieses Apparates mich einigermaßen damit vertraut machte. So kam es denn auch, dass ich zur Erbauung desselben, allerdings eingerechnet der Volumbestimmung, die eine nicht geringe Zeit in Anspruch nahm, über zwei Monate bedurfte, bis Alles genau zusammenpasste, und die Bewegungen der Apparate harmonirten.

Der Angabe der Respirationsanalysen liess ich stets in kurzen Umrissen die Entwicklung des Hühnchens, entnommen der jedesmaligen Untersuchung des für den betreffenden Tag angewandten Eies, vorausgehen, die aber natürlich für die einzelnen Tage keine bestimmten Grenzen bot, und stellte endlich die gewonnenen Resultate für das ganze Ei und auf 1 Gramme Ei reducirt in ihren Zahlenwerthen und in Curven zusammen.

Zugleich drücke ich meinen geschätzten Lehrern, den Herren Professor Dr. v. Babo und Professor Dr. Funke, für die während meiner Untersuchung so liebevoll ertheilten Rathschläge meinen innigsten Dank aus.

Bekannt ist, dass das Vogel- oder Hühnerei, je weiter es in seiner Entwicklung vorwärtsschreitet, um so leichter wird. Es verliert aber dabei das Ei nichts an seinem Volumen, und es kann demnach dieser Gewichtsverlust nur durch Ausgabe von Gasen bedingt sein. Es werden in dem der Bebrütung unterworfenen Eie, soweit es die Entwicklung der einzelnen Organe erlaubt, schon dieselben Prozesse vorgehen, wie in einem zum selbstständigen Fortleben herangewachsenen Organismus. Bei der so reichlichen Umwandlung und Neubildung der Zellen war zu erwarten, dass beständiger Gasaustausch stattfinden müsse, durch welchen die verbrauchten unnützen Stoffe abgegeben und die zur weiteren Potenzierung der Zelle nothwendigen aufgenommen werden. Die bei der Respiration des Eies und Thieres vorzugsweise in Betracht kommenden Gase sind einerseits Kohlensäure und Wasserdampf als Ausscheidungsprodukte, und andererseits Sauerstoff.

Um den Gaswechsel quantitativ zu bestimmen, musste der Apparat einmal die zur Bebrütung und Respiration nothwendigen Bedingungen vollkommen erfüllen, und ferner es gestatten, die das Ei oder Thier umgebende Luft, ohne dabei einen Verlust an Gasen befürchten zu müssen, zu jeder beliebigen Zeit und in beliebigem Quantum der Untersuchung zu unterwerfen. So würden die zur Bebrütung

und Respiration nothwendigen Bedingungen wohl nicht erfüllt werden durch einfache Absperrung des Eies unter einer Glasglocke, die man in einen Brütkasten einsetzt. In diesem Falle würden der baldige Mangel an Sauerstoff und die Anhäufung der Kohlensäure die das Ei oder Thier umgebende Luft allmählig zur Respiration untauglich machen, und den Tod des Embryos oder Thieres bedingen. Derartige Versuche wurden mit Thieren schon vielfach angestellt, sie hatten aber meistens den Mangel, dass bei reiner Atmosphäre die Thiere aus Sauerstoffmangel, sowie durch die erstickende Kohlensäure allmählig Suffocationszufälle bekamen, und also den Versuch störten.

Ich musste nothwendig dem Apparate eine Einrichtung geben, durch welche die ausgeschiedene Kohlensäure stets entfernt und dem Eie wieder eine neue Luftschichte zugeführt wird. Ferner wäre es umständlich und etwas unsicher, aus dem das Ei oder Thier umgebenden Raume die Luft zur Untersuchung herauszunehmen.

Um nun den nöthigen Erfordernissen zu entsprechen, setzte ich meinen Apparat in der Weise zusammen, dass die Luft in einem in sich geschlossenen Raume beständig circuliren muss, und auf diesem Turnus die von dem Eie oder Thiere ausgeschiedene Kohlensäure aufnimmt, um sie unterwegs wieder abzugeben, und so immer wieder von der Kohlensäure befreit, nach dem Glöckchen zurückzukehren.

Bei einer solchen Einrichtung, wo die Luft in einem kreisförmigen Apparate circulirt, war es nicht nöthig, dem Aufenthaltsorte des Eies oder Thieres ein bedeutendes Volumen zu geben, da es ja nicht auf die Luft unter seiner Glocke angewiesen ist, sondern das Volumen des ganzen kreisförmigen Apparates zur Verfügung hat; es ist im Gegentheile besser, wenn der Raum, unter dem sich das Ei oder Thier aufhält, möglichst klein ist, damit um so eher sämtliche in ihm sich befindliche Luft in Circulation trete, und die ausgeschiedene Kohlensäure von den absorbirenden Apparaten aufgenommen werde.

Beschreibung des Apparates.

Der ganze Apparat zerfällt in:

- 1) Die Brütmaschine,
- 2) den Apparat zur Untersuchung der Gase und
- 3) den Bewegungsapparat, um die Luft in Circulation zu setzen.

Will man ein lebendes Thier dem Versuche unterwerfen, so ist natürlich der Brütapparat als solcher nicht nothwendig, wohl aber dient die im Brütapparate enthaltene Vorrichtung eben diesen Zwecken, und der ganze Unterschied, ob ein Ei zugleich bebrütet werden soll, oder ob einfach bei gewöhnlicher Temperatur die Respiration eines Thieres untersucht werden soll, besteht nur darin, dass in letzterem Falle der Apparat nicht erwärmt werden, und der auf der Brütmaschine ruhende Deckel entfernt werden muss.

I. Die Brütmaschine A.

Hierzu bediente ich mich eines tannenen viereckigen Kastens von beiläufig 9 Zoll Höhe und 14 Zoll Breite, auf vier 6 Zoll hohen Füßen ruhend. Der unter dem Kasten befindliche Raum (1) zur Aufnahme der Lampe ist gegen den äussern Luftzug durch seitliche Brettchen (2), die bis zu 1 Zoll hoch über den Boden ausgeschnitten sind, geschützt, um die unter dem Kasten erwärmte Luft besser beisammen zu halten. Zuglöcher waren nicht nöthig, da die nicht schliessenden Fugen als solche dienten.

Das eine dieser Seitenbrettchen dient zugleich als Thüre, um nach der brennenden Lampe, welche leicht durch den Einschnitt x ein- und ausgeschoben werden kann, sehen zu können. Den Boden bildet eine hölzerne Rahme (3) von 1 1/2 Zoll Breite, von starkem Eisenbleche (4) überspannt.

Die Einrichtung im Innern ist folgende: Etwa $3\frac{1}{2}$ Zoll vom Boden des Kastens entfernt gehen in Zwischenräumen von $1\frac{1}{2}$ Zoll dünne Brettchen (5) von 2 Zoll Breite von der einen Seite zur entgegengesetzten. Auf diesen sind 4 mattgeschliffene Glasplatten (6) eingesetzt, und über diesen steht jeweils ein aufgeschliffenes Glöckchen (7) zur Aufnahme des zu bebrütenden Eies oder eines Thieres. Das Glöckchen hat eine Höhe von beinahe 3 Zoll, und eine Weite von $2\frac{1}{2}$ Zoll, ist auf die dazu gehörige Platte aufgeschliffen und mittelst einer Mischung von gleichen Theilen Wachs und Talg aufgesetzt, welche trotz der angewandten Temperatur doch hinreicht, dem Drucke der circulirenden Gase zu widerstehen. Die Glasplatten sind im Bereiche der Weite der Glasglöckchen zweimal durchbohrt, durch welche Oeffnungen die Luft unter dem Glöckchen mit der des übrigen Apparates mittelst zweier Glasröhren a und b communicirt. Diese Röhren von einer Linie Weite liess ich 3 bis 4 Linien weit in den Raum unter dem Glöckchen hineinragen, und habe sie unter der Glasplatte knopfartig aufgetrieben, damit letztere auf dieser Verdickung aufruhe, und auch zur leichtern Befestigung der Röhren. Einen Zoll tief unter der Glasplatte sind die Röhren unter einem rechten Winkel gebogen, um alle in gleicher Ebene durch die Ausführungsöffnungen des Brütkastens nach aussen gelangen zu lassen, wo die zu einem Apparate gehörigen Röhren neben einander münden, und durch eine der Lage des Glöckchens im Kasten entsprechende Nummer bezeichnet sind. Die Bezeichnung des Glöckchens mit einer Zahl soll zugleich die jeweils zu einem ganzen Apparate gehörigen Theile zusammen fassen, um bei den Berechnungen etwaigen Verwechslungen vorzubeugen.

Die Glasröhren sind in die Platten mittelst eines Kittes, bestehend aus einem Theile Wachs und zwei Theilen Colophonium, eingefügt. Es erträgt dieser Kitt noch ganz gut die zur Bebrütung nöthige Temperatur, durch

die er gerade so weich wird, dass ein Springen desselben nicht zu befürchten ist, was durch Austritt des Gases aus dem Glöckchen die Analyse unsicher machen würde.

Ueber dem Boden des Brückkastens brachte ich, um die von der direkt erhitzten Stelle des Bleches ausstrahlende Wärme zu zertheilen, noch ein doppeltes Blech (8) an, dessen beide Platten 4 Linien von einander und das einen Zoll von dem durch die Lampe erhitzten Bleche absteht. Es ist dies Doppelblech ebenfalls viereckig, wie der Boden des Kastens, und nur um zwei Zoll schmaler, so dass es von oben gesehen gerade das primär erhitze oder Bodenblech deckt. Es ruht diese Vorrichtung auf vier eisernen Stiften, welche auf dem den blechernen Boden des Kastens umgebenden hölzernen Rahmen vermittelst runder Plättchen (9) aufstehen und daselbst festgenagelt sind. Auf das obere Blech setzte ich Korke (10) auf, an ihrer obern Fläche mit einer Rinne versehen, um unter die Glasröhren zu deren Stütze gebracht werden zu können. Es müssen die Korke so genau anpassen, dass eher die Röhren sammt den darauf ruhenden Plättchen etwas gehoben werden, damit es völlig unmöglich wird, dass erstere durch die allmälige Erweichung des Kittes herunter sinken.

Die obere Wand des Brückkastens besteht in einem hölzernen Deckel (11), mit zwei Zoll hohem Rande, so dass er von oben über den Kasten herabgesenkt wird. In der Mitte des Deckels ist ein Celsius'sches Thermometer (12) eingesetzt, das im Innern des Brückkastens der Mitte des Raumes zwischen den vier Eiern entspricht.

Zur Erwärmung liess ich eine einfache aber zweckmässige Lampe fertigen, die so viel Weingeist fasst, dass sie ununterbrochen über 24 Stunden fortbrennen kann, ohne dass der Weingeist nachgefüllt werden muss. Es zeichnet sich diese Lampe aus durch eine regelmässige gleich grosse Flamme, und hat folgende Construction: Ein blecherner Behälter von unten fünf Zoll, oben sechs Zoll

Weite, hat unten eine zwei Linien weite Oeffnung, in die eine Messingröhre von gleicher Weite und acht Zoll Länge eingesetzt ist, so dass die Röhre unter den Brütkasten geschoben werden kann, die Lampe aber aussen bleibt, und also der Weingeist nicht erwärmt wird. Die Messingröhre biegt an ihrem Ende allmählig nach oben um, bis zu einer Höhe von 2 Zoll. In den blechernen Behälter lässt sich ein zweiter Behälter von etwas geringeren Dimensionen umstürzen, nach Art der Oellampen. Das Ventil, aus dem der Weingeist austritt, ist mit sehr kurzem Style versehen, so dass es sich nur zwei Linien weit öffnen kann, und dadurch das Ueberlaufen des Weingeistes an der Flamme verhindert wird.

II. Apparat zur Untersuchung der Gase.

Ich habe zur Darstellung dieses Theiles meines Apparates, sowie auch zur Erläuterung des Bewegungsapparates nicht sämtliche allen Apparaten angehörende Reihen extra gezeichnet, sondern nur die zu einem Eie nöthigen Theile, denn die zu den drei übrigen Eiglockchen gehörigen Parthieen sind gerade ebenso gefertigt. Zur Erläuterung der nun zu beschreibenden Abtheilung möge die unter B befindliche schematische Zeichnung dienen.

Aus jedem Glöckchen münden, wie oben angeführt, zwei Röhren, die eine bestimmt zum Eintritte der Luft (a), die andere als Leiter der vom Glöckchen kommenden Luft nach aussen (b). Ich brachte daher die verschiedenen Glasröhren, zur Gasanalyse bestimmt, in der Weise an, dass auf der Seite, welche die aus dem Glöckchen kommende Luft aufnimmt, die die Kohlensäure absorbirenden Kaliröhren stehen, auf der andern Seite dagegen, in der Richtung nach dem Glöckchen, die Röhren für die von Kohlensäure befreite Luft zur Untersuchung des Sauerstoffverhältnisses.

Die Quantität des Wasserdampfes kann bei Untersuchun-

gen über die Eirespiration wohl nicht erörtert werden, denn wollte man dieses thun, so müsste dem Ei absolut trockene Luft zugeführt werden, was den normalen Verhältnissen, in denen das Ei während der Bebrütung sich befindet, nicht nur nicht entsprechen würde, sondern auch auf dessen Entwicklung einen nachtheiligen Einfluss üben müsste. Ferner ist es gar nicht möglich, dass aller Wasserdampf durch die Ausführröhre hindurch tritt, also auch nicht in der vorgelegten Schwefelsäureröhre aufgefangen werden kann, da ein beträchtlicher Theil sich an den Wänden des Eiglockchens niederschlägt.

Ich verzichtete daher auf diese Reihe von Untersuchungen und brachte nur insoferne Röhren an zur Absorption des Wasserdampfes, als dieselben nothwendig sind, um letzteren beim Durchtreten der Luft durch die Kaliröhren vor diesen zurückzuhalten.

Zur Bestimmung der Kohlensäure wählte ich die Methode durch Wägung des entstandenen kohlensauren Kali's. Die Kohlensäure durch den Endiometer vermittelt einer Kaliumkugel zu bestimmen, wäre desshalb nicht möglich, weil dieselbe sich in dem Raume des ganzen Apparates vertheilen würde, und also die ganze Luftmasse unter den Endiometer gebracht werden müsste. Zugleich ist auch anzunehmen, dass sich die Kohlensäure bei dem nur langsamen Luftzuge nicht gleichmässig im Apparate vertheilt, sondern an den tiefer liegenden Stellen sich mehr ansammelt, so dass eine bestimmte Quantität Luft nicht an allen Stellen die gleiche Menge Kohlensäure enthielte. Es würde ferner einen sehr grossen Endiometer erfordern, wodurch bei so grossen Massen sich leichter Ungenauigkeiten einschleichen könnten, und endlich wäre es kaum möglich, das gesammte Volumen Luft des einzelnen Apparates bis auf den letzten Cubikcentimeter auszutreiben, was wohl den wichtigsten Theil meiner Untersuchung, die Bestimmung der ausgeathmeten Kohlensäure, fehlerhaft machen würde.

Die Menge Kohlensäure, die in 24 Stunden vom Eie ausgeathmet wird, konnte voraussichtlich in den ersten Tagen nur eine sehr kleine sein, daher ich auch Anfangs nur kleine Kaliröhren zu ihrer Aufnahme wählte; bald aber nahmen die Kohlensäure-Mengen bedeutend zu und ich sah mich genöthigt, deren grössere zu fertigen. Kaliapparate von Liebig und auch den mir zu Gebot stehenden sinnreichen Kaliapparat von Mose konnte ich hier nicht anwenden, weil das durchströmende Gas einem so grossen Drucke nicht unterworfen werden durfte. Denn es könnte durch einen zu grossen Druck der Respirationsprozess des Eies gestört werden, und zweitens würden die auf die Glasplatten aufgesetzten Eiglockchen durch übermässigen Druck gehoben werden, da ja überdiess die sie bindende Talgmasse durch die nothwendige Temperatur weich erhalten wird.

An die vom Glöckchen kommende Ausströmungsröhre (b) schliesst sich zunächst eine Perlröhre (c) an von fünf Zoll Länge, beiderseits zur Befestigung der Kautschukröhren etwas kolbig ausgezogen. Die Röhre hat eine Weite von 5 Linien, auf diese folgt wiederum eine Perlröhre (d) von gleicher Länge und Weite, und auf diese eine fernere Röhre ohne Perlen, von derselben Weite, nur etwas kürzer. Es sind die Perlröhren an dem einen Ende durch eine grosse Krystallperle (α), an dem andern nach der Füllung mit Perlen ausgezogenen Ende durch eine an Platindraht aufgefasste, vierfach zusammengelegte Perlschnur (β) geschlossen. Zwischen die Röhre e und die in der Linie a, der Richtung nach dem Glöckchen hin entsprechend, liegende Röhre f ist der jeweilige Bewegungsapparat eingeschaltet. Die Röhre f und g, welche letztere anfangs statt der später eingeschalteten Flasche fungirte, haben mit dem ausgezogenen Ende eine Länge von stark 6 Zoll und eine Weite von 6 Linien. Diese beiden Röhren sind an den Enden x unter einem Winkel von 45 Graden gebogen, um die Luft leichter in den En-

diometer überbringen zu können. Zwischen den Enden dieser Röhren, und an den Verbindungsstellen mit dem Brüt- und Bewegungsapparat schob ich in die Kautschukröhren dünne Glasstäbe (h), ohne dass sie den Durchtritt der Luft hindern, ein, um auf diesen die Röhre f abbinden zu können. Im Verlaufe der Versuche, d. h. bei den Versuchen über die letzten Tage der Bebrütung zeigte sich das einem Apparate innwohnende Volumen Luft nicht gross genug, um sämtlichen Sauerstoff liefern zu können, ich sah mich daher genöthigt, das Volumen zu vergrössern und brachte zu diesem Zwecke an der Stelle der Röhren gggg die Flaschen kkkk an. Es sind dieselben mittelst eines Korkes geschlossen, der von zwei Glasröhren durchbohrt ist. Die eine oder luftzuführende Röhre liess ich bis beinahe auf den Boden der Flasche gehen, die andere, luftausführende, nur über die Fläche des Korkes, um dadurch auch in der Flasche die Luft in Bewegung zu bringen, und die Ausgleichung der mehr oder weniger ausgenützten Luftschichten nicht der Diffusion allein zu überlassen. Die Perlröhren cccc (aller 4 Apparate) enthalten concentrirte englische Schwefelsäure zur Aufnahme oder Zurückhaltung des Wasserdampfes, die Perlröhren dddd enthalten sehr concentrirte Kalilauge zur Aufnahme der Kohlensäure, die Röhren eeee enthalten kaustisches Kali von hirsekerngrossen Stückchen, die durch Asbestpfropfe an jedem Ende der Röhre beisammen gehalten werden. Die letzte Kaliröhre e hat den Zweck, einmal den durch die Circulation der Luft aus der Röhre d gehenden Wasserdampf aufzufangen, und zweitens etwaige Spuren Kohlensäure, die in der Röhre d nicht aufgenommen wurden, zurückzuhalten. Es werden daher bei jedem Versuche die beiden Röhren d und e zusammen gewogen. Die Röhren f und g sind zur Untersuchung des Sauerstoffverlustes bestimmt und können, wie bemerkt, zu beiden Seiten abgebunden werden, um die darin befindliche Luft unter dem Endiometer zu analysiren. Alle diese Schwefelsäure- und Kali-

röhren hatte ich doppelt gefertigt, so dass nach Ablauf der Versuchszeit die Röhren, nachdem sie zuvor neu gewogen waren, nur gewechselt werden brauchten. Sämmtliche erwähnte Röhren ruhen auf einem, der Höhe der aus dem Brütkasten kommenden Leitungen entsprechenden Tische, und sind auf diesem durch Bouchons gestützt, um eine genau horizontale Lage einzuhalten, und dadurch das Ausfliessen der eingesogenen Flüssigkeiten zu verhindern.

III. Bewegungsapparat.

Die Idee, welche dem Bewegungsapparate zu Grunde liegt, verdanke ich meinem erfindungsreichen geschätzten Lehrer, Professor v. Babo.

Zwei Kugeln durch eine Glasröhre mit einander verbunden, so dass die Flüssigkeit in diesen Kugeln durch Heben oder Senken bald in die eine, bald in die andere überfliessen kann, sind an einer senkrecht auf die Fläche, die durch die beiden Kugeln gelegt werden kann, stehenden Achse befestigt. Nach oben gehen die Kugeln ebenfalls in Röhren über, die mit dem übrigen Apparate in Verbindung stehen. Wird nun dieser Kugelapparat oder Wippe um die Achse gedreht, so dass die eine Kugel höher steht als die andere, so saugt die höher stehende Kugel, durch Ueberfliessen der Flüssigkeit in die tiefere, Luft aus der mit ihr in Verbindung stehenden Röhre. Die tiefer stehende Kugel dagegen füllt sich mehr und mehr, und drängt dadurch die in ihr befindliche Luft durch die angeschmolzene Röhre hinaus. Es wirken also beide Kugeln bei der Bewegung um ihre Achse gleichzeitig, nur in entgegengesetztem Sinne, die eine drückend, die andere saugend. Ständen nun die aus dem Brütkasten kommenden Röhren a und b geradezu mit diesen beiden Kugeln in Verbindung, so würde dadurch ein Luftstrom in dem ganzen Apparate hervorgebracht, der bei jeder einzelnen Drehung des Kugelapparates wohl immer nur eine be-

stimmte Richtung haben würde, die aber auch beim jedesmaligen Wechsel der Stellung der Kugeln immer die entgegengesetzte sein müsste, denn wenn im erstern Falle die Kugel 1 höher steht und als Saugkugel dient, wird sie nach der Drehung der Achse tiefer stehen und als Druckkugel fungiren. Eine derartige Vorrichtung hätte aber keinen kontinuierlich in derselben Richtung gehenden Luftstrom zur Folge, sondern nur ein Oscilliren der Luftvolumina, die gerade an den Bewegungsapparat sich anschliessen, während zum Beispiel die unter den Eiglöckchen befindliche, von der Bewegungsursache entferntere Luft höchst wahrscheinlich stets in Ruhe verharren müsste. Wir brachten daher zwischen die von dem Kugelapparate kommenden Röhren und die zur Analyse der Gase bestimmten Perl- und Gasröhren Ventile an, nach Art der Wasserventile, um dadurch bei der jedesmaligen Bewegung der Kugeln um ihre Achse einerseits das Saugen und andererseits das Drücken jeweils in derselben Richtung wirken zu lassen.

Demnach zerfällt die Darstellung des Bewegungsapparates in die Beschreibung des Kugelapparates oder der Wippen, die Beschreibung der Ventile und endlich der Wasserwippe, als gemeinsamer Bewegungsursache für den ganzen Kugelapparat.

Wippen- oder Kugelapparat. C.

Jede einzelne Wippe besteht, wie erwähnt, aus zwei Kugeln 1 und 2, nach unten durch eine $1\frac{1}{2}$ —2 Linien weite Röhre (3) verbunden. Die Distanz dieser Verbindungsröhre von der die Kugeln tragenden Fläche beträgt $1\frac{1}{2}$ Zoll. Die Kugeln selbst haben einen Querdurchmesser von $1\frac{1}{2}$ Zoll und einen Längendurchmesser von 2 Zoll, und sind mit concentrirter Chlorzinklösung so weit gefüllt, dass die eine Kugel vollständig leer wird, wenn die andere so tief gesenkt ist, dass alle Flüssigkeit in sie und die verbindende Röhre überfließen kann, jedoch darf die

betreffende Kugel nicht ganz voll werden, damit nicht bei einem zufälligen schnellen Wechsel des Standes der Kugeln die Flüssigkeit in die von der Höhe der Kugeln abgehenden Röhren übergeworfen werde. Mit Chlorzink sind auch die später zu beschreibenden Ventile, sowie die Sicherheitsglöckchen (28) gefüllt.

Es musste hiezu eine Flüssigkeit gewählt werden, die den im Apparat sich allmählig verbreitenden Wasserdampf möglichst gut aufnehmen konnte. Hiezu hätte sich allerdings concentrirte Schwefelsäure gut geeignet, ich vermied dieselbe aber, damit das Holzwerk des Apparates bei etwaigem Zerbrechen eines Ventils oder Glöckchens nicht so arg befleckt werde, und wählte daher Chlorzink. Die Füllung der Wippen geschah leicht durch Einsaugen. Von der Höhe jeder Kugel führt eine fernere Glasröhre (4 und 5), 1 Linie weit, zur Achse (6), um die sich die Wippen drehen, um von hier aus mit dem übrigen Apparate in Verbindung zu treten.

Die beiden zusammengehörenden Kugeln mit den sie verbindenden und von ihnen abgehenden Röhren suchte ich stets aus einer Glasröhre zu fertigen. Dazu benützte ich Glasröhren von 2—3 Linien Weite, die mindestens $1\frac{1}{2}$ Linien dick im Glase waren, zog zuerst die eine abführende Röhre (4) bis auf ihr bestimmtes Lumen und Länge aus, liess hierauf eine Strecke von $1\frac{1}{2}$ —2 Zoll in der ursprünglichen Dicke, um hier die Kugel 1 zu blasen, zog nun die Verbindungsröhre 3 aus, liess auf diese wieder eine Strecke in der ursprünglichen Dicke für die Kugel 2, und zog nach diesen die zweite abführende Röhre (5) aus. Jetzt erst bliess ich über einer kräftigen Gasflamme, durch einen Blasbalg unterstützt, die beiden Kugeln 1 und 2 bis zu ihrer bestimmten Grösse und Weite auf, und bewerkstelligte hierauf die betreffenden Beugungen der verbindenden und abführenden Röhren.

Bei sämtlichen 4 Kugeln auf der einen Seite der für den ganzen Wippenapparat gemeinschaftlichen Achse (6)

richtete ich die abführende Röhre der einzelnen Wippe stets auf dieselbe Seite des die Wippe tragenden Brettchens und brachte diese Röhre auch immer mit dem Ventile derselben Seite in Verbindung, so dass bei der Bewegung der Wippen an dem Spiele der zur gleichnamigen Seite gehörenden Ventile leicht und mit Uebersicht die Strömung der Luft im Apparate erkannt wird. Die Röhren (4 " " ") mussten nur einmal in der Nähe der Kugeln gebogen werden und gehen dann in beinahe gerader Richtung nach der Seite b, wo sie, leicht auf der gemeinschaftlichen Achse aufliegend, etwas nach unten und einen halben Zoll von ihr entfernt enden. Je näher die Enden dieser Röhren an der Achse des Wippenapparates liegen, um so kleiner wird auch der Bogen sein, den ihre Enden bei der Bewegung der Wippen beschreiben müssen, was jedenfalls für die Ruhe und solide Befestigung der Kautschukröhren (7) günstiger ist. Die Röhren 5 mussten, um ihre Richtung nach dem Glöckchen zu erhalten, an der Achse (6) nochmals gebogen werden, wo sie mit ihrer Convexität ebenfalls die Achse berühren, und in gleicher Entfernung und Stellung wie die Röhren 4 endigen. Sämmtliche Röhren 5 sind nach der Seite a des jeweiligen Brettchens gerichtet und entsprechen im ganzen Apparat der die Luft zum Glöckchen führenden Seite, während die Röhren 4 auf Seite b der vom Glöckchen kommenden Stromrichtung entsprechen.

Jede dieser einzelnen Wippen ruht auf einem möglichst leicht gefertigten Brettchen von 1 Schuh 4 Zoll Länge, einer Breite von $1\frac{1}{2}$ Zoll und einer Dicke von nur 2 Linien, so dass es hinreichende Festigkeit besitzt, aber doch im Ganzen durch seine Leichtigkeit möglichst wenig die Drehung der Achse durch die Reibung am Unterstützungspunkte erschwert. Durch das ganze Brettchen geht mit Ausnahme der beiderseitigen letzten $1\frac{1}{2}$ Zoll ein 4 Linien breiter Einschnitt, der an seinen beiden Enden etwas weiter und der betreffenden Kugel angepasst ist. In der Mitte

des Brettchens, der gemeinschaftlichen Achse entsprechend, ist jeder Schenkel desselben um etwa 2 Linien dicker, und hat daselbst einen prismaförmigen Ausschnitt, in welchen genau die Achse einpasst, so dass das Brettchen an dieser Achse beliebig verschoben werden kann.

Es wird zuerst die Wippe in ihr Brettchen eingesenkt, hierauf an die Achse geschoben, und daselbst mittelst der Schraube (8) an betreffender Stelle befestigt. Es kann daher leicht, wenn eine Wippe zu Grunde gehen sollte, eine andere dafür eingeschoben werden.

Die Achse, auf der sämtliche Wippen mit ihren Brettchen ruhen, ist von Birnbaumholz, 3 Linien dick, die obere Fläche 3, die untere 6 Linien breit, so dass sie genau in die Ausschnitte der Wippenträger passt. Letztere sind auf ihrer Achse in Zwischenräumen von $1\frac{1}{2}$ Zoll mittelst Schraubchen befestigt. In diesen Zwischenräumen liegen die Verbindungsröhren der Wippen mit dem Ventilapparate, also in jedem Zwischenraume zwei Röhren, nämlich die weitere Verbindung der nach der Seite a führenden Röhre 5 des einen Apparates, und die vom Nachbarapparate von der nach der Seite b führende Röhre 4.

Die allen Wippen gemeinschaftliche Achse ist an ihren Enden mit starken Stiften versehen, mittelst welchen sie auf ihren Stützen aufruhet. Letztere bestehen aus 7 Zoll hohen starken Brettchen (9), die selbst wieder einem grösseren Brette, auf dem auch der Ventilapparat angebracht ist, eingefügt sind, so dass der Bewegungsapparat mit seinen Ventilen, so wie die übrigen zu einem Apparatsystem gehörigen Theile zusammen getrennt werden können.

Der ganze Wippenapparat wird durch die später zu beschreibende Wasserwippe in Bewegung gesetzt. Damit die Bewegung der einzelnen Wippen ganz gleichmässig beginne und aufhöre, verband ich dieselben mittelst eines 2 Linien dicken schmalen Stabes (10) auf der Seite der Wasser-

wippe, und brachte in der Mitte dieses Stabes die Verbindung mit der Wasserwippe an.

Ventilapparat. D.

Bekanntlich streicht ein Gas oder Luft leichter durch eine Flüssigkeit, wenn sie beim Durchtritt durch diese Flüssigkeitsschichte zugleich aus einem engern in einen weitem Raum gelangen kann. Wenn wir daher zwei Glasröhren haben, bei welchen die eine von einem engern in einen weitem, die andere von einem weitem in einen engern Raum führt, und beide sind an ihrer Uebergangsstelle vom weitem in den engern Raum durch Flüssigkeit abgesperrt, so wird ein Luftstrom, der genöthigt ist, durch eine der Röhren hindurchzutreten, den Weg wählen vom engern in den weitem Raum. Es treibt die eingeblasene Luft die Flüssigkeit aus der engern Röhre in den weitem Raum über, wo sie sich mehr zertheilt, und die Luft dann eine weniger tiefe Schichte zu durchdringen hat, also auch einen geringern Widerstand zu überwinden hat, als im umgekehrten Falle. In der andern Röhre dagegen drängt die Luft die Flüssigkeit aus dem weitem Raume in die engere Röhre, dadurch muss in der engern Röhre eine hohe Flüssigkeitssäule entstehen, die der durchdringenden Luft einen bedeutenden Widerstand bietet, und dieselbe zwingt, durch die erste mit geringerer Kraft zu passirende Röhre zu treten.

Nach diesem einfachen Principe fertigte ich den Ventilapparat.

Zu jeder Wippe gehören zwei Ventile l und m, die mitsammen bei 11 und 12 an ein vertical stehendes Stäbchen, das $6\frac{1}{2}$ Zoll hoch ist, und 4 Linien im Quadrate hat, angebunden sind. Dies Stäbchen trägt ein Querbälkchen zur Befestigung der aufsteigenden, nach der Brutmaschine gerichteten Röhren 13 und 14. Ein jedes dieser Ventile besteht aus zwei an einander stossenden, einer grösseren untern, und kleinern obern Kugel und aus der

unten zu- und oben abführenden Röhre. Beim Ventile l mündet die längere, die Luft vom Glöckchen herführende Röhre in die untere grössere Kugel. Drängt die Luft die Chlorzinklösung aus der Röhre 13 in die Kugel 15, so können allerdings einige Blasen der Chlorzinklösung zur Kugel hinaus nach oben treten, sie werden sich aber in der kleineren Kugel 16 wieder fangen, und von hier in die untere Kugel zurückfliessen. Es ist also hiedurch nicht leicht möglich, dass aus dem Ventile durch die aufsteigende Röhre (17) Chlorzink nach 19 gelange, wo sie allmählig den daselbst befindlichen Kork zerstören könnte. Die Röhre 17 mündet, den Kork 18 durchbohrend, in die weitere Verbindungsröhre 19. Letztere Röhre 17 ist niedriger als die Röhre 13 und erreicht eine Höhe, wie sie der Höhe der Achse des Wippenapparates entspricht. Die Höhe der Röhre 13 und 14 entspricht der Höhe der aus dem Brütkasten austretenden Röhren a und b so wie der zwischen liegenden Apparate.

Das Ventil m ist insofern anders construirt, als die zuführende Röhre (20) niedriger ist, als beim Ventil l und mit dessen abführender Röhre 17 gemeinschaftlich in die Verbindungsröhre 19 mündet.

Die beiden grössern Kugeln 15 und 21 haben einen Durchmesser von 7 Linien, die kleinern 16 und 22 einen solchen von 4 bis 5 Linien. Durch die Röhre 19 stehen beide Ventile vermittelt der Kautschukröhren 7 in Verbindung mit der Kugel 2. An die Röhre 13 schliesst sich die Kaliröhre e an, während die Röhre 14 des Ventils m in die weitere Röhre 23 übergeht, woselbst auch die Röhre 24 als Communicationsröhre mit der Kugel 1 mündet. Die weitere Röhre 23 ist wie 19 mit einem Kork geschlossen, und die letzteren durchbohrenden Röhren mit dem oben erwähnten Kitte aus Colophonium und Wachs eingekittet. Die Röhre 23 steht in Verbindung mit den in der Richtung a liegenden Apparaten. Die von den Ventilen und der Röhre 23 zu der Wippe führenden Röhren

24 und 19 sind durch die Stäbe 25 und 26 gestützt, damit bei der Bewegung der Wippen durch die jedesmalige mehr oder weniger starke Ausdehnung der Kautschukröhre 7 der Ventilapparat keine Zerrung erleide.

Haben sich nun die Wippen so gedreht, dass die Kugel 2 eine tiefere Stellung als 1 annimmt, so drängt die aus 1 nach 2 überfließende Flüssigkeit die in 2 befindliche Luft nach der Röhre 19, von hier geht sie in das Ventil m, weil hier die Flüssigkeit in dem weitem Raume 21 einen geringern Widerstand leistet als in der engeren Röhre 13 des Ventils l, aus dem Ventile m durch die Röhre 14 nach 23, um von hier durch die anstossenden Gasröhren nach dem Glöckchen zu gelangen.

Während die Kugel 2 tief steht, befindet sich die Kugel 1 über der Achse, die ausfließende Chlorzinklösung saugt daher die in der Röhre 24 und 23 befindliche Luft ein. Die Luftströmung im Ganzen geht, wie schon dargethan, durch die Röhre a nach dem Glöckchen, von hier aus der Röhre b durch sämtliche Kaliröhren, von diesen durch die Ventile nach 23, und von hier wieder zum Glöckchen zurück. Bei der eben angegebenen Stellung der Wippe aber, bei tiefer Kugel 2 und hoher Kugel 1, wirkt die Kugel 1 durch ihr Einsaugen der eigentlichen Stromrichtung entgegen, während die Kugel 2 in der beabsichtigten Weise die Luft umtreibt. Es werden sich daher die Wirkungen beider Kugeln in der eben bezeichneten Stellung so ziemlich aufheben und eigentlich nur die zweite Stellung der Wippen, mit tiefer Kugel 1 und erhöhter Kugel 2, die Circulation der Luft im Apparate bedingen.

Bei letzterer der zweiten Stellung der Wippen saugt die erhöhte Kugel 2 die Luft aus der Röhre 19. Es muss also entweder aus dem Ventile l oder m die Luft nach 19 nachströmen. Aus dem Ventile m kann dies nicht geschehen, denn es widersetzt sich der überströmenden Luft die in die Röhre 20 steigende Flüssigkeit, folglich kann bei erhöhter, also saugender Kugel 2 nur aus dem Ventile l

Luft nachströmen, da dieselbe aus der engern Röhre 13 in den weitem Raum 15 übertritt, und somit den nur geringen Widerstand der in 15 wenig tiefen Flüssigkeit zu überwinden hat. Die Kugel 1 steht indessen tief und treibt in Folge der eindringenden Flüssigkeit die Luft durch die Röhre 23 nach dem Glöckchen hin.

Bei dieser zweiten Stellung der Wippen sind daher die Wirkungen beider Kugeln eine gleichnamige nach derselben Richtung. Hätte ich die Ventile so einrichten wollen, dass beide Kugeln auch bei der ersten Stellung der Wippen gleichnamig wirken, so wären auch für die Röhre 24 zwei besondere Ventile nöthig gewesen, die aber den Apparat nur complicirter und für andere Fehler zugänglicher gemacht hätten.

In den Raum 23 mündet noch eine dritte Röhre (27), die nicht mehr zum Ventilapparate gehört und wohl auch an einer andern Stelle hätte eingeschaltet werden können. Es verbindet dieselbe mit dem Apparate ein Glöckchen (28) von $3\frac{1}{2}$ Zoll Höhe und 9 Linien Weite. Das Glöckchen, oben kolbig ausgezogen zum Ansatz der zwischen ihm und der Röhre 27 befindlichen Kautschukröhre, ist in einen Cylinder 29 umgestürzt und erreicht nicht ganz dessen Boden. Das Glöckchen selbst communicirt mit dem Raume des Cylinders, der bis zur Hälfte mit Chlorzink gefüllt ist. Diese Vorrichtung hat den Zweck, die Druckdifferenzen im Apparate auszugleichen, oder vielmehr anzuzeigen. Tritt demnach im Apparate eine Störung der Circulation ein, so wird die Flüssigkeit im Innern des Glöckchens herabgedrückt werden, und die im äussern Cylinder höher stehen.

Ferner hat dieses Glöckchen noch den Zweck, die Abnahme des Luftvolumens im Apparate anzuzeigen, welche durch reichliche Sauerstoffaufnahme von Seite des Eies bewirkt wird. Es stieg auch wirklich in den späteren Tagen der Bebrütung die Flüssigkeit im Innern des Glöckchens in die Höhe, jedoch lange nicht in dem Maasse, als man

in Folge der reichlichen Sauerstoffaufnahme hätte erwarten können.

Die Ventile fertigte ich auf dieselbe Weise wie die Wippen, aus verhältnissmässig im Glase sehr dicken Röhren, bliess nach gehöriger Anhäufung des Glases zuerst die grössere, dann die kleinere Kugel auf und zog hierauf die zu- und abführenden Röhren bis auf ihre bestimmte Weite und Länge aus.

Je rascher die untern Räume 21 und 15 in die aufsteigenden Röhren übergehen, oder je kürzer der verbindende Bogen ist, um so besser entspricht das Ventil seinen Zwecken, und um so geringer ist der Widerstand in den Ventilen.

Diese Wippen- und Ventilapparate stehen, wie erwähnt, alle vier auf einem gemeinschaftlichen Brette und können durch Lösung der Kautschukröhren von den Röhren 13 und 23 vom übrigen Apparate getrennt aufbewahrt werden. Sämmtliche vier Wippen werden in Bewegung gesetzt durch die

Wasserwippe E.

Es besteht die Wasserwippe aus zwei aneinander stossenden Kästen von Zinkblech a und b, welche sich abwechselnd mit Wasser füllen, und sich um eine der Verbindung der beiden Kästen entsprechende Achse drehen. Dadurch wird bald der erste, bald der zweite Kasten schwerer und zieht oder hebt hiedurch an der Stange x, die an einer die vier Wippen verbindenden Leiste durch einen Drahttring befestigt ist. Hat sich der Kasten b erhoben, also a gesenkt, so werden auch sämmtliche Kugeln 2 des Wippenapparates in der Höhe sein und umgekehrt.

Jeder Kasten hat eine Länge von 5 Zoll, eine Höhe von 1 Zoll und Breite von 4 Zoll, an der Stelle 1 sind beide durch eine Scheidewand getrennt, die $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch.

ist. Auf 7 Linien von ihr entfernt ist statt der obern Decke ein Aufsatz (2) auf beide Kästchen gesetzt, so dass dieselben in der Mitte um $1\frac{1}{2}$ Zoll höher sind, und somit bei der Drehung um die Achse kein Wasser aus den Kästen herausgeschmissen werden kann. Dieser Aufsatz ist ebenfalls gedeckt und für beide Kästen 1 Zoll und 4 Linien breit. Bei 3 ist er in der Mitte der Breite der Wippe auf eine Länge von einem Zoll durchbrochen, und mit einem oben weitem Rahmen (4) versehen, damit das durch diese Oeffnung fließende Wasser leichter aufgefangen werde. Die die beiden Kästen trennende Scheidewand setzt sich nicht mehr in den Rahmen (4) fort. Bei 5 sind Ringe angelöthet, um hier die den Wippenapparat mit der Wasserwippe verbindende Drahtstange einzuhängen. In der Mitte des Endes eines jeden Kastens bei (6) treten Bleiröhren von 1 Linie Volumen durch die obere Decke des Kastens in letztern ein, und münden einen halben Zoll über dessen Boden. Dieselben sind um die Enden des Kastens nach unten gebogen, um hier die austretende Flüssigkeit in die Wanne c zu ergießen. Es ist letztere ebenfalls aus Zinkblech, hat eine Länge von 5, eine Breite von 4 und eine Höhe von $1\frac{1}{2}$ Zoll, und ist bei 7 mit einem Abflussrohre versehen. Es nimmt die Wanne gerade den unter der Wippe befindlichen Raum zwischen deren 4 Zoll hohen Stützen ein. Bei d setzte ich $1\frac{1}{2}$ Zoll hohe Korke auf, auf denen die Wippen nach der jedesmaligen Drehung ruhen, und deren Höhe ein tieferes Sinken des betreffenden Kastens nicht zulässt als gerade nöthig ist, um den andern Theil der Wippe in horizontale Stellung zu heben. Hiedurch ist in zweiter Reihe auch die Bewegung der 4 Kugelapparate begrenzt.

Hat die Wasserwippe die Stellung, dass der Kasten a auf seinem Korke aufruht, und man lässt nun durch irgendwelche Leitung Wasser bei 3 in den Kasten b fließen, so wird am Ende die Seite b so schwer werden, dass sie das Gewicht der tief stehenden und daher gefüllten Ku-

geln 1 überwindet. Es senkt sich somit der Kasten b und a tritt in die horizontale Stellung. Dadurch aber rückt auch die Oeffnung des Kastens b unter dem Wasserstrahle hinweg, und die Oeffnung des Kastens a tritt unter denselben, wodurch nun dieser gefüllt wird. Hat sich der mit Wasser gefüllte Kasten b gesenkt, so wirkt alsbald die Bleiröhre dieser Seite als Heber und entleert somit den betreffenden Kasten. Bald hat sich wieder die andere horizontale Seite gefüllt, erhält das Uebergewicht, senkt sich und zieht hiedurch die vorher gehobenen Kugeln 1 wieder herab. Die Schnelligkeit dieser Bewegungen hängt ab von der Menge des zuströmenden Wassers und auch davon, ob die Stange x in einem der Achse nähern oder entfernen Ringe befestigt wird. Ist sie am entfernten Ringe befestigt, so werden dadurch die 4 Kugelapparate eine grössere Bewegung zu machen haben, sie werden jeweils tiefer stehen, sich daher mehr füllen und an Gewicht zunehmen, es wird aber auch länger dauern, bis die unter dem Wasserstrahle horizontal stehende Seite wieder das Uebergewicht erhält. In dem physiologischen Kabinet dahier ist eine Wasserleitung vom Speicher des Gebäudes herab angebracht, somit war es leicht, einen Wochen lange ununterbrochen fliessenden Strahl zu erhalten. Aus dem Gefässe c liess ich das Wasser durch die Ausflussröhre 7 in eine grössere Vorlage, und von hier durch einen Heber in den Brunnen des Kabinet zurück fliessen.

Wohl muss ich zugeben, dass der Apparat noch Manches zu wünschen übrig liess. So gelang es mir z. B. nicht, die Verbindungsrohren (3) der beiden Kugeln 1 und 2 im Apparate C bei allen 4 Wippen vollkommen im Volumen gleich weit auszuziehen, was allerdings durch ungleich schnelles Ueberfliessen der Flüssigkeit auf die Schnelligkeit der Luftcirculation einigen Einfluss haben musste, und diese also nicht in allen 4 Apparaten mit ganz genau derselben Geschwindigkeit geschah. Doch war

dieser Einfluss nur ein ganz geringer, und nicht in dem Grade schädlich, die schönen Resultate meiner Untersuchung trüben zu können.

Volumen - Bestimmung.

Für die Kohlensäuremenge die für 24 Stunden absoluten Grössen zu erhalten, bot keine Schwierigkeit, da sie ja alle von den Kaliröhren absorbirt und durch deren Gewichtszunahme bestimmt wird. Um aber die absoluten Werthe für den in 24 Stunden verbrauchten Sauerstoff zu erhalten, müssen wir zuerst erfahren, wie viel Luft jeder einzelne Apparat enthält, und aus deren Sauerstoffgehalt vor und nach dem Versuche den Verbrauch desselben berechnen. Die einfachste Art, das Volumen eines Gefässes oder Röhre zu bestimmen, ist die durch Messen mit Wasser. Ich wollte mich aber dieser Weise nicht bedienen, weil ich nach Ueberwindung reichlicher Schwierigkeiten den nun glücklich zusammengesetzten Apparat nicht wieder zerlegen wollte, und mir ein Austrocknen der vielfach gelötheten Glastheile zu gewagt erschien. Desshalb wählte ich eine andere Weise, die es gestattete, den Apparat ganz beisammen zu lassen, und somit den Gefahren des Zerbrechens zu entgehen: „die Bestimmung des Volumens durch Kohlensäure.“

Jeder einzelne Apparat musste mit Kohlensäure gefüllt werden, zu deren Entwicklung ich mich des v. Babo'schen (Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau, Band II, Nr. 821) Gasentwicklungs-Apparates bediente. Die Construction dieses Apparates erlaubt es, einen beliebig starken Gas- oder Kohlensäurestrom zu entwickeln, der, ohne dass der Apparat auseinander genommen werden muss, eingestellt und wieder erneuert werden kann, so dass sich der Apparat, mit oder ohne

Unterbrechung, einen ganzen Tag gebrauchen lässt, ohne eine Aenderung oder Anfüllung zu verlangen.

An der Röhre 13 setzte ich den Kohlensäure zuführenden Kautschukschlauch an, entwickelte aus genanntem Apparate die Kohlensäure mit einer solchen Schnelligkeit, dass die Ventile möglichst rasch spielen mussten, ohne jedoch die Flüssigkeit in die aufsteigenden Röhren 17 und 20 überschleudern zu können. Von dem Ventile l musste sie in den Raum 19, von hier durch das Ventil m nach dem Raume 23 gelangen, von hier durch die zwischen liegenden Röhren nach dem Glöckchen, um endlich aus der Röhre e wieder auszutreten.

Natürlich geschah die Volumbestimmung vor der Füllung der Perlröhren mit Kalilauge. Die Röhre e, mit kaustischem Kali gefüllt, ersetzte ich während der Vorlumbestimmung durch mit zerstoßenem Glase gefüllte Röhren von der gleichen Länge und Volumen wie e. Der Wippenapparat musste indessen so rasch wie möglich spielen, damit die Luft in den Röhren 24 und 19, sowie in den Kugeln und ihren Ansatzröhren leichter durch die Diffusion mittelst Kohlensäure ersetzt werde. Es konnte die Kohlensäure nicht direkt durch die Kugel der Wippen streichen, denn sie musste die Chlorzinklösung passiren, welchen Druck der Apparat oder vielmehr die mittelst Wachs und Talg aufgekitteten Glöckchen nicht aushielten. So liess ich denn die Kohlensäure nur einfach in schon angegebener Weise durchstreichen, und musste die Verdrängung der Luft im Wippenapparate der Diffusion überlassen.

Nach dreistündigem schnellem Durchstreichen der Kohlensäure war wohl anzunehmen, dass der ganze Apparat mit derselben angefüllt war, und nun trieb ich die Kohlensäure wieder aus, um sie in den an die Röhre e angesetzten Kaliröhren aufzufangen, und somit aus der Gewichtszunahme letzterer das Volumen des Apparates zu berechnen. Zum Zwecke der Austreibung der Kohlensäure

gebrauchte ich eine Flasche, die etwa das 50fache Volumen eines der vier Apparate hatte, als Gasometer, und trieb aus dieser mittelst Wasser die Luft durch den Apparat und somit die Kohlensäure aus demselben hinaus in die vorgelegten Kaliröhren. Diese etwa 25 Litres Luft durften aber nur ganz langsam durch den Apparat treten, so dass die Ventile nur höchst träge spielen konnten, und somit keine Kohlensäure durch die vorgesetzten Kaliröhren passirte, da sie vermöge des langsamen Stromes Zeit hatte, sich aufnehmen zu lassen. Zum Durchtreten der 25 Litres Luft waren bei so langsamem Strome 7—8 Stunden nöthig.

Anfangs setzte ich nur so grosse Kaliröhren vor, als sie im Apparate selbst angegeben sind, und hatte dabei auch die Luft zu schnell durchströmen lassen, so dass bei verschiedenen Volumbestimmungen desselben Apparates sehr verschiedene Resultate herauskamen. Solcher Bestimmungen machte ich von jedem Apparate 4, die alle nicht harmonirten, und eine bedeutend geringere Menge Kohlensäure ergaben als die folgenden: Erst als ich die Luft möglichst langsam durchstreichen liess, und die kleineren Kaliröhren, an die Röhre e angesetzt, durch 2 fünf Zoll lange und 4 Linien weite mit Perlen gefüllte Kaliröhren vertauschte, denen ich überdiess auch eine Schwefelsäureröhre vorsetzte, um den aus den Chlorzinklösungen etwa mitgehenden Wasserdampf aufzufangen, waren die Resultate der Volumbestimmungen beim einzelnen Apparate, sowie dieser unter sich ziemlich gleich. Ein an die letzte Kaliröhre angesetztes Gläschen mit Kalkwasser zeigte selbst nach 8stündigem Austreiben der Kohlensäure nur eine sehr schwache Trübung, welche so empfindliche Probe beweist, dass die Kohlensäure sämmtlich von den Kaliröhren aufgenommen wurde.

Es ergeben sich somit nach den Wägungen der vorgesetzten Kaliröhren vor und nach dem Austreiben der Kohlensäure folgende Kohlensäuremengen:

Für den Apparat I = 0,6735 Grammes.

Für den Apparat II = 0,667 „

Für den Apparat III = 0,7 „

Für den Apparat IV = 0,717 „

Es nehmen 1,97978 Grammes Kohlensäure bei Null Grad und einem Quecksilberstand von 760 Millimeter einen Raum ein von 1000 Cubikcentimeter. Darnach entspricht das Gewicht der Kohlensäure folgenden Volumina's:

I. Apparat = 340,189 Cubikcentimeter.

II. „ = 336,906 „

III. „ = 353,571 „

IV. „ = 362,414 „

Genannte Volumina der 4 Apparate sind somit alle auf Null Grad und einen Barometerstand von 760 Millimeter berechnet. Diese Werthe habe ich an der Brütmaschine über je die beiden zu einem Glöckchen gehörigen Röhren angeschrieben, galten jedoch nur so lange für den betreffenden Apparat, als die Röhren g noch nicht durch die Flaschen k ersetzt waren.

Wohl muss ich zugeben, dass auch bei diesen letzteren Volumbestimmungen die Resultate der einzelnen Bestimmungen für ein und denselben Apparat immer noch um einige Cubikcentimeter differirten, so dass ein weiterer Versuch vielleicht wieder einige Cubikcentimeter mehr oder auch weniger ergeben hätte. Indessen nahm ich nicht die Mittelzahl, sondern von jedem Apparate den höchsten der gefundenen Werthe, da diese jedenfalls dem wirklichen Volumen näher kommen müssen, als niederere Werthe. Die kleinen Abweichungen der Resultate für jeden Apparat konnten aber darum nicht vermieden werden, da sie lediglich auf Diffusionsabweichungen der die Luft verdrängenden Kohlensäure im Wippentheile des Bewegungsapparates beruhen.

Die Volumbestimmung der später eingesetzten Flaschen geschah einfach durch Messen mit Wasser aus tarirten

Gefässen bis an den eingesetzten Bouchon, wobei die in die Flaschen eintretenden Röhren ausser Betracht kommen, da sie so ziemlich das Volumen der durch die Flaschen verdrängten Röhren g einnahmen. Das Volumen jeder einzelnen Flasche verzeichnete ich auf dieser selbst mit der den Apparat bezeichnenden Nummer. Diese Volumina zu den ersten Werthen gezählt, ergab sich die Volumbestimmung folgendermassen:

Flasche	I	1210 CC.	Vol. d. ganz. Appar.:	1550,189 CC.
"	II	894 CC.	" " " "	1230,906 CC.
"	III	1000 CC.	" " " "	1353,571 CC.
"	IV	924 CC.	" " " "	1286,414 CC.

Zur Bestimmung des Sauerstoffverbrauches ist es jetzt nur noch nöthig, nachdem die Volumina der Apparate bekannt sind, den diesen zukommenden Sauerstoff zu berechnen. In 100 Volumina atmosphärischer Luft sind 20,9 Sauerstoff enthalten, demnach in den Volumina's der Apparate, bezogen auf die:

	1. Volumbestimmung ohne Flasche.	2. Volumbestimmung mit Flasche.
I. Apparat	= 71,0995 CC.	= 323,989 CC. Sauerstoff.
II. "	= 70,4133 CC.	= 257,259 CC. "
III. "	= 73,8963 CC.	= 282,896 CC. "
IV. "	= 75,7445 CC.	= 268,860 CC. "

Haben obige Volumina in ihren Apparaten 24 Stunden lang zur Respiration gedient, so zeigt eine Luftanalyse nach diesen 24 Stunden, ausgeführt mit der in den abgebundenen Röhren f befindlichen Luft, wie viel Prozente Sauerstoff letztere nun hat. Diese werden nun wieder berechnet für das Volumen des ganzen Apparates, und ergeben somit nach Abziehung von der Sauerstoffmenge der Apparate vor dem Versuche, den in einer bestimmten Zeit, also in 24 Stunden, vom Eie oder Thiere eingeathmeten Sauerstoff.

Der Analyse unterwarf ich jeweils ein Volumen von 20—30 Cubikcentimeter, und berechnete die Werthe nach Durchführung der nöthigen Reductionen stets auf 1 Gramm

Ei, da das Gewicht der Eier zwischen 30 und 60 Grammes schwankt. Ebenso mussten die Werthe für die Kohlensäure, und die Gewichtsabnahme auf 1 Gramm reducirt werden. Die Durchführung der Sauerstoffanalyse hatte keine Schwierigkeit, sobald die Luft sicher in den Eudiometer übergebracht war, ohne atmosphärische Luft beitreten zu lassen. Demnach tauchte ich die abgebundene Röhre f mit den Kautschukverbindungen unter Quecksilber, öffnete sorgfältig unter diesem zuerst die nach oben gekrümmte Röhre, brachte diese sogleich in das Lumen des Eudiometers und hierauf darf erst die zweite abgebundene Kautschukröhre gelöst werden, wobei es leicht gelang, durch Aufdrücken des Fingers auf die untere Oeffnung der eingetauchten Röhre Blase für Blase in den Eudiometer übertreten zu lassen, und so genau das gewünschte Quantum zur Analyse zu erhalten.

Um die bei jeder Analyse bewährten Regeln für immer erwähnt zu haben, führe ich kurz eine Analyse durch. Es gilt diese Analyse von einem Eie des ersten Tages, das aber in seiner Entwicklung nur bis zur zwölften Stunde gekommen war, und um so mehr Interesse zeigt, als die Resultate seiner Respiration genau mit dem bis zu 12 Stunden entwickelten Eie im Einklange stehen.

Der Barometer, dessen ich mich bedienen konnte, war nicht mit Millimetern bezeichnet, sondern mit französischen Zollen, somit hatte ich stets diese zuerst auf Millimeter zu übertragen: 336 Linien (pariser) entsprechen 760 Millimetern, also stets nach der Gleichung $336 \text{ L.} : 760 \text{ Mllm.} = \text{wie der jeweilige Barometerstand} : x$. Sämmtliche Ableesungen bei den Sauerstoffanalysen mussten auf einen Normalbarometerstand von 760 Millimetern und auf einen Thermometerstand von Null Grad reducirt werden und zugleich die der jeweiligen Temperatur entsprechende Spannung des Wasserdampfes abgezogen werden.

Jede dieser Analysen erfordert drei Ableesungen mit ihren Reductionen; die eine betrifft das angewandte Vo-

lumen Luft oder Gas allein, die andere letzteres plus den zugesetzten Wasserstoff und die dritte das nach der Verpuffung noch restirende Volumen, bestehend in dem zurückgebliebenen Stickstoff und dem überschüssig zugesetzten Wasserstoff.

Erste Ablesung.

Das angewendete Volumen Luft betrug 21,9 Cubikcentimeter, der augenblickliche Barometerstand (B) zeigte 27" 5,7''' und diese = 745,75 Millimeter. Das Thermometer (Th) stand auf 15 Grad Celsius. Den Eudiometer, der nach Millimeter eingetheilt war, hatte ich zuvor zur Ablesung des Volumens auf Cubikcentimeter tarirt.

Vor jeder Ablesung, die alle aus einer Entfernung von 10 Schritten mittelst eines Fernrohrs ausgeführt wurden, ist es nöthig, stets eine Viertelstunde zu warten, um die Dichtigkeitsschwankungen im Eudiometer sich ausgleichen zu lassen.

Es mussten also obige 21,9 CC. übertragen werden auf das Volumen, das sie einnehmen würden bei 760 Millimeter Barometerstand. In dem Eudiometer aber steht das Gas nicht unter dem Drucke, wie ihn der Barometer anzeigt, in welchem Falle die Quecksilbersäule im Eudiometer nicht höher stehen dürfte als ausserhalb desselben, sondern unter einem der Höhe der Quecksilbersäule im Eudiometer entsprechenden niederen Drucke. Es muss daher von dem jeweiligen Barometerstande die Differenz des obern und untern (äussern) Quecksilberstandes abgezogen werden. Der obere Quecksilberstand (Ob. Hg.) betrug 78,5 Mllm., der untere Quecksilberstand (Ut. Hg.) betrug 612,2, ersterer von letzterem abgezogen, ergibt eine Differenz von 533,7.

Barometerstand (B.) = 745,75

Differenz = 533,7 Somit stehen die 21,9 CC. Luft
212,05

unter einem Drucke von 212,05 Mllm. Quecksilber. Hievon muss abgezogen werden die Spannkraft des Wasserdampfes bei 15 Grad. Diese beträgt nach Regnault (siehe dessen Tafel der Tension des Wasserdampfes) 12,699, bleibt also ein Quecksilberdruck von 199,351 Millimeter. Bei 199,351 haben wir ein Volumen von 21,9, wie gross ist dasselbe bei 760 Millimeter? Die Volumina der Gase verhalten sich aber umgekehrt, wie der Druck, dem sie ausgesetzt sind, somit ergibt sich die Gleichung $21,9 : 760 = x : 199,351$ $x = 5,744$. Bei einem Druck von 760 ergeben sich also 5,744 CC. Gas und diese müssen nun noch reducirt werden von 15 Grad auf Null Grad.

Der Ausdehnungscoëfficient der Gase, wenn dieselben von Null Grad des Wassers bis zu dessen Siedpunkte erhitzt werden, beträgt 0,3665, folglich für einen Grad des Thermometers 0,3665 getheilt durch 100 oder 80, also nach Celsius = 0,003665.

Erhitzen wir daher 1 Cubikcentimeter Gas von 0° auf einige Grade höher, also 50, so wird dasselbe nun 1 mal (den Raum von 1 Cubikcentimeter plus 5 mal den Ausdehnungscoëfficienten) einnehmen.

So wäre 1 CC. von 0° auf 15 Grad erwärmt = $1 \times (1 + 15 \times 0,003665)$. Wollen wir umgekehrt 1 CC. Gas von 15° auf 0° reduciren, so muss das Volumen von 1 CC. durch dieselbe Zahl dividirt werden, durch deren Multiplication sich das Volumen bis 15 Grad ergeben hat.

Es ist daher 1 CC. von 15 Grad bei 0° = $\frac{1}{1 + 15 \times 0,003665}$.

Statt dieses einen Cubikcentimeters das in unserer Analyse schon auf 760 Millimeter Barometerstand reducirte

Volumen eingesetzt, ergibt bei 0° $\frac{5,744}{1 + 15 \times 0,003665} =$

$\frac{5,744}{1,054975}$. Ich bediente mich indessen, statt die Werthe von

$1 + x \times 0,003665$ selbst jedesmal auszurechnen, der in Bunsens Werke „Gasometrische Methoden“ angegebenen Tabellen über diese Werthe für die einzelnen Temperatur-

grade. Darnach ergibt sich: $\frac{5,744}{1,05490} = 5,445$. Somit sind obige 21,9 Cubikcentimeter nach Reduction der Wasserspannung, des Barometers auf 760 Millimeter und des Thermometers auf 0 Grad $= 5,445$ Cubikcentimeter.

Zweite Ablesung.

Nach der ersten Ablesung setzte ich zum angewandten Volumen Gas $\frac{2}{3}$ chemisch reinen auf galvanischem Wege entwickelten Wasserdampf hinzu, und nahm die Ablesung des dadurch erhaltenen Volumens und dessen Reductionen auf dieselbe Weise wieder vor. Es ergaben sich folgende Werthe: Das Volumen $= 32,9$, der untere Quecksilberstand $= 611$, der obere Quecksilberstand $= 123,2$, die Differenz daher 487,8. Barometer- und Thermometerstand war gleich geblieben.

Reductionen: B. $= 745,75$	Die 32,9 Volumen von 245,251
Differenz $= 487,8$	auf 760 Mm. reducirt; $32,9 : 760 =$
<u>257,95</u>	$x : 245,251$; $x = 10,616$ Cubik-
Tens. d. Wasserd. f. $15^0 = 12,699$	centimeter. Diese müssen wieder
<u>245,251</u>	auf 0 Grad reducirt werden $=$
$\frac{10,616}{1 + 15 \times 0,003665} = \frac{10,616}{1,0549} = 10,062.$	

Dritte Ablesung.

Stets nach der zweiten Ablesung setzte ich dem Gasgemenge, bestehend aus dem angewandten Volumen Luft und dem zur Verpuffung zugesetzten Wasserstoffgase, noch ein geringes Quantum Knallgas zu, ungefähr den fünften Theil des angewandten Luftvolumens, damit die Verpuffung des Sauerstoffes regelmässiger von statten gehe und auch von einem nur schwachen Funken entzündet werde, wenn gerade der angewandte elektrische Apparat nur geringe Funken geben sollte. Die Zusetzung des Knallgases kommt bei der Ablesung nicht in Betracht, da dasselbe

vollständig verpufft, und dient also, besonders wenn nur geringe Mengen Sauerstoff vorhanden sind und möglicher Weise der zugesetzte Wasserstoff durch seine Menge die Grenzen der Entzündungsfähigkeit überschreiten sollte, als Anregung für die Verpuffung des im angewandten Volumen enthaltenen Sauerstoffes und des zugesetzten Wasserstoffes. Das Knallgas entwickelte ich aus dem sehr zu empfehlenden Knallgasapparate von Bunsen. Die Verpuffung selbst leitete ich ein vermitteltst des Ruhmkorff'schen Inductions-Apparates, wozu zwei kleine Zink-Platin-Elemente hinreichten, einen sehr kräftigen Funken zu liefern.

Nach der Verpuffung ist es immer nöthig, eine ziemliche Zeit mit der Ablesung zu warten, da selbst nach 10 Minuten das Quecksilber im Eudiometer noch merklich stieg.

Das Volumen nach der Verpuffung betrug in diesem Falle = 25,5 CC. Der untere Quecksilberstand (Ut. Hg.)

	= 611,5	Der Barometerstand = 27"
Ob. Hg. =	91,9	5,7''' = 745,75 Mm. Der Thermo-
Differenz =	519,6	meter = 15 Grad Celsius.
Reductionen: B. =	745,75	Die 25,2 CC. von 213,451 auf
Differenz =	519,6	760 Mm. reducirt: $25,2 : 760 =$
	226,15	$x : 213,451$; $x = 7,077$ bei 15^0 , auf
Tens. d. Wasserd. f. $15^0 =$	$\frac{12,699}{213,451}$	0^0 reducirt = $\frac{7,077}{1,0549} = 6,78$ CC.

Die reducirten Volumina sind also 5,445, als zur Analyse angewandtes Volumen Luft, 10,062 = ersteres mit zugesetztem Wasserstoff, und 6,78 als Rest nach verpufftem Sauerstoff. Somit ist der Sauerstoff zu finden durch Theilung der als Knallgas verschwundenen Gasmenge durch die Zahl 3, da das Knallgas aus 1 Volumen Sauerstoff und 2 Volumen Wasserstoff besteht, und die verpuffte Menge Knallgas ist gleich dem der Ablesung 2 entsprechenden Volumen (zur Analyse bestimmtes Volumen + Wasserstoff) weniger dem nach der Verpuffung noch restirenden Volumen (enthaltend den Stickstoff und überschüssig zugesetzten Wasserstoff).

$$O = \frac{10,062}{3} = \frac{6,78}{1} = 1,094.$$

Folglich waren in dem primär angewandten Volumen Luft von 5,445 Cubikcentimetern 1,094 CC. Sauerstoff enthalten. Diese auf 100 Volumen berechnet, ergeben 20,091 Procente Sauerstoff. Es enthält also in diesem Falle die Luft, nachdem sie dem Eie 24 Stunden lang zur Respiration gedient hatte, 0,809 Procente Sauerstoff zu wenig. Das Ei lag im Eiglöckchen IV, der ganze Apparat IV enthält wie oben gezeigt wurde, 362,414 CC. Volumen und darinnen 75,744 CC. Sauerstoff. Berechnen wir nun aus dem jetztigen Procentgehalte nach 24stündiger Respiration die Menge Sauerstoff im Apparate IV, so ergeben sich nur 72,812 Cubikcentimeter Sauerstoff.

$$100 : 20,091 = 362,414 : x = 72,812.$$

Diese von der Sauerstoffmenge im Apparate vor dem Versuche abgezogen, bleiben noch 2,932 Cubikcentimeter Sauerstoff, welche während den 24 Stunden vom Eie eingeathmet wurden.

Das Gewicht des Eies betrug 38,664 Grammes, daher 1 Gramme Ei 0,075 CC. Sauerstoff aufnahm.

Für die folgenden Analysen bezeichnete ich das Volumen Sauerstoff im jeweiligen Apparate vor dem Versuche mit O.v., die Sauerstoffmenge des Apparates nach dem Versuche mit O.n. und den durch die 24stündige Respiration verbrauchten und eingeathmeten Sauerstoff mit O.e.

Wir erhalten somit bei jeder Analyse einmal den procentischen Verbrauch an Sauerstoff, welcher aber ein relativer ist je nach dem Volumen Luft, das der Apparat fasst; so war der procentische Verbrauch immer ein grösserer, so lange ich nur die ein geringes Volumen Luft fassenden Röhren anwandte, und nach Einschabung der Flaschen mit weit grösserem Volumen ein geringerer. Die absoluten Mengen des eingeathmeten Sauerstoffes bleiben sich aber die gleichen, ob der Raum gross oder klein

ist, wenn er nur überhaupt hinreicht, das nöthige Volumen Sauerstoff zu liefern.

Kohlensäure - Bestimmung.

Die Perlröhren d, für die Kalilauge bestimmt, werden mit letzterer vor jedem Versuche neu gefüllt. Die Kalilauge muss so concentrirt sein wie möglich, syrupdick, damit sie einmal mehr Kohlensäure aufzunehmen im Stande ist, und zweitens nicht leicht verdunste, was wieder ein öfteres Wechseln der Kalihydratröhren e zur Folge hätte. Sind dieselben zuerst ausgewaschen und dann neu gefüllt, abgetropft und ihre ausgezogenen Enden mit Baumwolle gereinigt, so werden sie, mit den sich an sie anschliessenden Kalihydratröhren gewogen, in den Apparat eingesetzt, um nach 24stündigem Versuche wieder gewogen zu werden. Auch die vorgesetzten Schwefelsäureröhren müssen für jeden Versuch neu gefüllt werden, um allen vom Ei kommenden Wasserdampf aufnehmen zu können. Im vorliegenden Falle waren die beiden Röhren e und d um 0,004 Grammes schwerer geworden. 1,97978 Grammes Kohlensäure sind gleich 1000 Cubikcentimeter, folglich entsprechen die erhaltenen 0,004 Grammes 2,02 CC. Kohlensäure, und diese auf 1 Gramme Ei reducirt, ergeben 0,052 CC. Es wurde also etwas mehr Sauerstoff eingeathmet, als Kohlensäure abgegeben.

Die Kalihydratröhren müssen von Zeit zu Zeit durch neue ersetzt werden, da das Kalihydrat allmählig durch aufgenommenen Wasserdampf zerfliesst, oder allmählig unpermeabel wird durch Festwerden der mit Kohlensäure und Wasser geschwängerten Kalistückchen, wesshalb diese Röhren vor jedem Versuche genau zu untersuchen sind. Ausserhalb des Versuches müssen sie an beiden Enden luftdicht geschlossen werden, wozu am besten Kautschuk-

käppchen, über Glasstäbchen abgebundene Kautschukröhren, an ihrem geschlossenen Ende noch mit obigem Kitte versehen, sich eignen.

Eine weitere Reihe der Untersuchung ist die über die tägliche Gewichtsabnahme des Eies.

Jedes Ei wurde, bevor es in den Brütkasten kam, nummerirt und gewogen. In dem gemeinschaftlichen Brütkasten blieb es liegen, bis der für dasselbe bestimmte Tag zur Untersuchung kam, vor welcher es dann abermals gewogen wurde, somit erhielt ich den Gewichtsverlust vom Tage des Einlegens bis zum Tag der Untersuchung. Nach den ersten 24 Stunden wog ich dasselbe nochmals und erhielt den Gewichtsverlust während diesen 24 Stunden. Es ergeben sich dadurch zwei Reihen, erstens die Gewichtsverluste während des 1., 2., 3. etc. Tages, und zweitens die bis zu diesen Tagen. Alle die erhaltenen Werthe wurden wie die Kohlensäure- und Sauerstoffberechnungen auf 1 Gramme reducirt. Wir werden übrigens im Verlaufe der Untersuchungen sehen, dass die Gewichtsabnahme keinen ganz regelmässigen Gang einschlägt, da sie ausser von der Entwicklung insbesondere vom jeweiligen Temperaturgrade abhängt, im Allgemeinen wird die Gewichtsabnahme gegen das Ende der Entwicklung grösser als in dem Anfange derselben. Unser jetziges Ei wog, bevor es in den Apparat kam, 38,664 Grammes, nach Beendigung des Versuches nur noch 38,547 Grammes, es wurde somit um 0,117 Grammes leichter und 1 Gramme Ei nahm um 0,00302 Grammes an Gewicht ab.

Stellen wir die Resultate dieser Analyse nochmals zusammen, so ergibt sich: Gewichtsverlust = 0,117 Grammes, Abgabe von Kohlensäure = 0,004 Grammes. Die Aufnahme des Sauerstoffes betrug 2,933 CC. 1000 Cubikcentimeter Sauerstoff haben ein Gewicht von 1,43028 Grammes. Es entsprechen demnach die 2,932 CC. einem Gewichte von 0,004 Grammes. Der Gewichtsverlust des ganzen Eies muss bestehen in der ausgeathmeten Kohlen-

säure, weniger dem aufgenommenen Sauerstoff und in der exhalirten Wassermenge. In diesem Falle sind sich die Gewichte der Kohlensäure und des Sauerstoffs aber gleich, heben sich daher auf, folglich muss in diesem Falle die ganze Gewichtsabnahme der Wasserexhalation zugeschrieben werden, welche für sich zu bestimmen aus schon oben angegebenen Gründen nicht möglich war.

Die Zeit meiner täglichen Untersuchungen fiel von Mitte August bis Mitte Oktober, in welchem letzterem Monate die Hühner schon zu legen aufhören, und es mir somit aus Mangel an frischen Eiern nicht erlaubt war, weitere Versuchsreihen als geschehen, anzustellen. Anfangs hatte ich vor, aus einer grössern Anzahl von Versuchen über jeden einzelnen Tag stets das Mittel zu ziehen, um so allgemeiner gültige Werthe zu erhalten, aber hiezu hätte es einer sehr grossen Zeit bedurft, die mir nicht beschieden war. Ferner waren selbst unter den angewandten Eiern viele nicht zu gebrauchen, indem sie sich gar nicht entwickelten, oder, schon theilweise entwickelt zu Grunde gingen und endlich standen von den Eiern, die sich entwickelt hatten und nach Eröffnung des Eies Leben zeigten, auch manche wieder auf verschiedener Stufe der Entwicklung, in Entfernungen von 1 und selbst 2 Tagen. Wir sehen ja auch bei der Henne, dass manche Hühnchen schon am Morgen des 20. Tages schlüpfen, während andere unter derselben Henne erst am Ende des 21. Tages zur Welt kommen. Es ergaben auch solche verschieden weit entwickelte Embryonen von demselben Tage der Brützeit verschiedene Resultate der Respiration, so dass diese zu ihrer Entwicklung genau passten. Diese Beobachtungen forderten mich auf, neben dem Brüttage auch immer die Entwicklung der Eier zu berücksichtigen, und nicht etwa alle Eier von demselben Brüttage, wenn die Resultate der Respiration bedeutend verschieden waren, und mit dieser Verschiedenheit auch die anatomische Entwicklung Hand in Hand ging, für eben diesen Tag anzunehmen, sondern

nur diejenigen, welche auch in ihrer Entwicklung dem betreffenden Tage entsprachen. So kam es denn öfters, dass von allen 4 Eiern nur eines ganz diesem Tage entsprach, und desshalb beziehen sich die Werthe für die einzelnen Brüttage meistens nur auf wenige Eier, von denen ich stets diejenigen, die ganz für den bestimmten Tag und in die Reihe der übrigen Tage passten, zur Ausführung der Analysen wählte. Wenn aber die Werthe für die einzelnen Respirationstage auch nicht das Mittel einer grössern Anzahl von Versuchen sind, so thut dies dem Resultate meiner Untersuchung keinen Eintrag, denn es handelt sich ja nicht darum, ob die Mittelzahl 2,02 oder 2,03 beträgt, sondern lediglich nur darum, dass überhaupt Respiration stattfindet, dass ihre Resultate im Anfange nur so und so gross sind, dass sie mit zunehmender Entwicklung steigen, und wie dies im Zusammenhange steht mit der Entwicklung, und dass wir endlich erfahren, wie stark überhaupt die Respiration, wie gross deren Resultate, die Ausscheidungen von Kohlensäure und die Aufnahme von Sauerstoff in einzelnen Perioden und während der ganzen Brützeit zusammengekommen sind, um daraus für die Praxis, für die künstliche Bebrütung gewiss nicht unwesentlichen Nutzen zu ziehen. Ich will daher zugeben, dass bei nochmaliger oder nach mehrmaliger Durchführung der ganzen Versuchsreihe die Resultate für jeden einzelnen Tag um vielleicht 0,01 oder selbst 0,1 schwanken mögen, jedenfalls sind es aber nur Schwankungen und haben selbst, wenn die Differenzen noch grösser sein sollten, keinen ändernden Einfluss auf die ganze Reihe der Resultate, da die Ergebnisse der einzelnen Versuchstage immer schön in die Reihe der übrigen passen, und schon von Anfang in den Resultaten die Differenzen der sich anreihenden Tage so gross sind, dass etwaige Schwankungen gar nicht in die Wagschale fallen können.

Zu beachten ist ferner, dass für jeden Tag, für jede Untersuchung immer ein anderes Ei gebraucht wurde, da

das Ei der jeweiligen Untersuchung nach deren Vollendung geöffnet wurde, um sich von der Entwicklung und dem Leben des Embryo zu überzeugen, denn wir werden bald sehen, dass auch Eier, die sich nicht entwickelt haben, doch Kohlensäure liefern, wenn sie nämlich in Fäulniss übergegangen sind, und dass diese Kohlensäure-Ausscheidung oft so beträchtlich und selbst grösser ist als die für diesen Tag expirirte Kohlensäuremenge. Es war demnach nicht rathsam, oder vielmehr nicht möglich, mit ein und demselben Ei die ganze Reihe der Versuche durchzumachen, ich hätte denn dem Zufalle es überlassen müssen, Wochen und Monate lang ohne Resultat zu arbeiten, weil vielleicht das Ei am Ende der Versuche sich als faul und nicht entwickelt präsentirt hätte.

Während des ersten Versuches, während also die ersten 4 Eier in dem beschriebenen Apparate der Untersuchung unterworfen waren, legte ich in einen zweiten grossen Brütkasten, dessen Construction hier anzugeben keinen Werth hat, so viele Eier derselbe fassen konnte, etwa 40 Stück, ein, um sie hier einstweilen bis zu den für sie bestimmten Tagen sich entwickeln zu lassen.

Im Anfange meiner Versuchsreihen hatte ich das Unglück, dass sich mehrere Tage hintereinander die Eier gar nicht entwickelten, und doch fanden sich bei manchen einige Milligrammes Kohlensäure ausgeschieden, es hatten aber letztere Eier alle einen entschieden faulenden Geruch, woher die Ausscheidung der Kohlensäure zu erklären war. Endlich kam ich auf die Spur, dass bei den Hühnern, von welchen diese Eier gelegt waren, kein Hahn sich auf dem Hofe befinde, und so die Eier keimunfähig bald der Fäulniss anheimfielen.

In chronologischer Reihenfolge, wie die Eier nacheinander der Untersuchung unterworfen wurden, die Versuchsreihen aufzustellen, hielt ich für werthlos und der Einsicht in das Ganze ungünstig. Um die 21 Tage mit je 4 Eiern durchzuführen, um so den 3. Entwicklungstag am

3., den 10. am 10. und den 21. Entwicklungstag am 21. Tage der Untersuchung zu unterwerfen, wäre ein Brütkasten nothwendig gewesen, der mindestens über 84 Eier fasste, abgesehen davon, dass eine Reihe von Tagen zuerst durch Faulwerden oder Nichtentwickeln misslangen und also auch hiefür wieder neue Eier einzulegen waren. Ein solcher stand mir aber nicht zu Gebote. Daher legte ich in den allgemeinen Brütkasten immer an dem Tage wieder Eier ein, von dem aus gezählt dieselben das zur Untersuchung verlangte Alter erhielten, bis der Untersuchungsapparat wieder für eine neue Untersuchung frei war.

So unterwarf ich zuerst der Untersuchung: zweimal nach einander den ersten Tag und die elf folgenden Brüttage, wobei ich aber aus schon erwähnten Gründen nur vom 1., 6. und 12. Tage passende Resultate erhielt. Hierauf folgte nochmals der 2., 3., 4., 5. Tag, welche alle vollkommen befriedigende Resultate lieferten, darauf der 7., 8. und 9. Tag, wovon der 8. abermals fallirte, den 13., 18., 19 und 20., von denen der 13. nochmals bloß Resultate des Faulens zeigte, hierauf den 21. Brüttag, für den aber nur ein einziges Ei übrig blieb, das zudem faul war. Die für den 21. Tag bestimmten Eier, mit Ausnahme des schon erwähnten, waren alle schon am Ende des 20. Tages, etwa eine Stunde bevor sie zum Versuche benutzt werden sollten, ausgeschlüpft, daher ich den 21. Tag eigentlich nicht mehr in die Versuchsreihen zählen kann, übrigens hatte das gelungene Ei vom 20. Tage während des Versuches die Schale bereits durchgepickt und sein Köpfchen zur Oeffnung herausgestreckt, so dass mir doch der letzte Brüttag nicht entging, gleichgültig ob der 21. oder 20. sich als solcher erwies. Die am Ende des 20. Tages ausgeschlüpften Hühnchen benützte ich dann an Stelle des 21. Tages, und erhielt hiedurch die Resultate, die ein unmittelbar ausgeschlüpftes Hühnchen gegenüber dem letzten Brüttage gab.

Da der allgemeine Brütkasten, in den sämmtliche Eier

für die Versuche eingelegt werden sollten, die Eier so häufig faul lieferte, legte ich für den 18.—21. Tag einer brütfähigen Henne die Eier unter, um sie bis zum bestimmten Tag von ihr ausbrüten zu lassen. Es war sehr schwierig, in diesem kalten Sommer Ende des Monats September noch eine solche zu erhalten, wesswegen die grösste Anzahl der gebrauchten Eier in den Brütkasten gelegt werden mussten. Zwei weitere Hennen, deren jede 12 bis 16 Eier zum Bebrüten hatte, verliessen dieselben mitten im Geschäfte. Zwar versuchte ich täglich dreimal durch Ausblasen des Brütkastens die in ihm sich anhäufende Kohlensäure zu entfernen, aber dennoch blieben viele der Eier in ihrer Entwicklung stehen und faulten, wozu eben die Hauptursache die Anhäufung der Kohlensäure während der Nacht gab. Hierauf kam nochmals der 11. und 8. Tag, beide mit gutem Resultate, hernach der 14., 15., 16. und 17. Tag, von denen wieder der 16. Tag missrieth und endlich nochmals der 13. Tag, an dem durch einen besondern Unfall das einzige Ei, das sich entwickelt hatte, während des Versuches zu Grunde ging. Durch die Zeitverhältnisse gezwungen, mussten die täglichen Versuche hier ausgesetzt werden, nachdem ich mit Ausnahme des 13. und 16. Tages, für alle übrigen Brütstage ausgezeichnete Resultate erhalten hatte. Die beiden ausfallenden Tage mussten daher durch Berechnung aus den übrigen Tagen oder einfach durch eine sämtliche Resultate verbindende Curve gefunden werden. Das Ei des 13. Tages war vollständig diesem Tage entsprechend entwickelt, es konnten aber leider die Respirationsresultate nicht als gültig angenommen werden, da durch einen besondern Unfall der Wippenapparat des Nachts stehen blieb, und so die Luft im Apparate nicht mehr circuliren konnte. Die Kohlensäure musste sich desshalb unter dem Eiglockchen ansammeln, die das Ei umgebende Luft wurde irrespirabel und der Embryo erstickte, was die Oeffnung des Eies deutlich nachwies.

Dagegen lieferte der 15. Tag einen entwickelten lebenden Embryo, dessen Anatomie genau mit der vom 13. Tage harmonirte und dessen Respirationsresultate auch um so viel geringer waren als die vom 15. Tage, dass genanntes Ei auch in dieser Beziehung genau zwischen den 12. und 14. Tag passt. Desshalb bediente ich mich bei Anführung des 13. Entwicklungstages des erwähnten Eies vom 15. Brüttage, und wir werden sehen, dass, wenn wir auch den 13. Tag als ganz resultatlos betrachten und denselben durch die gezogenen Curven zu finden suchen, auch die durch die Curven für den 13. Tag gefundenen Werthe mit den Resultaten obigen Eies vom 15. Brüttage beinahe zusammentreffen, so dass dieses Ei gewissenhaft für den 13. Brüttag angenommen werden kann, und nur der 16. Tag aus den Curven berechnet werden musste.

Erster Tag.

Oeffnen wir zunächst ein nicht bebrütetes Ei, so erscheint nach Entfernung der erbrochenen Schale ein weisserer Fleck, cicatricula, Hahnentritt oder Keimstelle. Dieser Theil des Eies ist der leichteste, wesswegen er sich auch immer zunächst präsentirt, da der Dotter sich leicht drehen kann vermöge seiner eigenthümlichen Befestigung in der Schale. Es ist der Dotter von einer dichtern Eiweisschichte umgeben, die von zwei sich gegenüberstehenden Stellen gewunden zu dem spitzen und stumpfen Ende des Eies ziehen. Die Hagelschnüre, Chalazae, aus dichterem Eiweiss bestehend, setzen sich an die innere Lamelle der Schalenhaut an, deren beide Blätter übrigens bloss am stumpfen Pole zu erkennen sind, wo sie einen Luftraum in sich schliessen, welcher die innere Lamelle durch eine concave Fläche begrenzt erscheinen lässt. Nach kurzer Zeit der Bebrütung gehen zunächst Veränderungen

in der Keimstelle vor sich. Es erscheint diese mehr hautartig, in ihrer Mitte zeigt sich eine rundliche durchsichtige Stelle von 1 Linie Durchmesser, *area pellucida*, Fruchthof, und um diese herum ein etwas dunklerer Ring von ähnlicher Breite, *area vasculosa*, der künftige Gefäßhof. Zugleich entstehen 2 — 3 Ringe *halones*, die Keimstelle in Zwischenräumen von 1—1½ Linien umgebend. Die Keimscheibe oder Keimhaut lässt sich in ein oberes und unteres Blatt trennen. Das obere Blatt ist durchsichtiger und als seröses oder animales Blatt, das untere, weniger durchsichtig und als Schleim-vegetatives oder Visceralblatt bekannt. Aus dem obern animalen Blatte entwickeln sich die wichtigsten Systeme des Organismus, das Knochen- und Nervensystem, die Haut, die Muskeln der willkürlichen Bewegung, aus dem untern, Visceralblatte der ganze Darmtractus mit seinen Anhängen, also die Eingeweide der Brust- und Bauchhöhle. Zwischen beiden Blättern entwickelt sich noch im ersten Theile des ersten Tages das Pander-Bär'sche Gefäßblatt.

Das war und ist die allgemein geltende Ansicht. Eine andere Anschauungsweise ist die von Remak: Er nimmt gleich von Anfang drei Blätter an, ein oberes, aus dem er bloss die Bedeckungshaut mit ihren Gebilden entstehen lässt, ein mittleres, aus dem hauptsächlich das Knochen-, Nerven-, Muskel- und Gefäßsystem stammt, und ein unteres Blatt, die drüsigen Organe und alle Schleimhäute tragende Gebilde liefernd. Befolgen wir nun die erstere oder letztere Anschauungsweise, betrachten wir z. B. die Wirbelsäule aus dem mittlern Blatte Remaks entstanden, der ja die Keimscheibe ursprünglich auch aus oberem und unterem Keimblatte bestehen lässt, letzteres sich wieder theilen lässt in ein mittleres und unteres, oder lassen wir nach der ersteren Anschauungsweise das mittlere Blatt noch zum obern gehören; jedenfalls ist diese Differenzierung in zwei oder drei Blätter nicht als der Anfang der Bildung zu betrachten, sondern es werden schon durch

die Dotterspaltungen die einzelnen Keime geordnet, so dass der Organismus durch diese seine erste Bauanlage erhält. Durch die Dotterspaltungen wird die ganze Körperzelle in ihre Seiten und Abtheilungen zergliedert, es werden die Keime der Systeme der Nerven, Blut, Knochen, Muskeln, Haut etc. dichotomisch zerlegt, und alle diese Theile, „Keimkugeln“, gelangen im weitem Verlaufe der Dotterspaltungen an die ihnen gebührende Stelle. Es ist somit der Organismus schon in seinen Keimen erbaut, wenn wir die noch zellenlos scheinenden Keimblätter betrachten, es sind die so mächtig in einander greifenden Systeme schon in ihren Keimen nach ihrem Stellenwerthe gelagert, bevor wir im Stande sind, etwas Specifisches in diesem Chaos von Keimkugeln zu erkennen.

Die Dotterspaltungen sind es, die die Grundlage abgeben, auf der sich das zu erbauende Gebäude zu erheben hat. Es gehen die Furchungen beim Vogeleie schon im Eileiter vor sich und in dem gelegten Eie finden wir nur die Endresultate jener Furchungen „die Theilung des Keimes in unendlich viele Theile“, die Anfangs nur als Kugeln erscheinen, die später zu Zellen sich umwandeln durch Differenzirung in Zellenmembran, Inhalt und deutlichen Kern, und nun durch eine specifische Richtung ihrer Entwicklung zu einem bestimmten Gewebe werden. In der Gesammtheit der Keimkugeln entstehen nun durch Differenzirung die Keimblätter.

Das obere Keimblatt zeigt im Beginn des ersten Tages lauter Kugeln, deren Mitte durch eine dichtere Färbung zu erkennen ist als Andeutung der späteren Kerne, das untere Keimblatt hat noch Kugeln ohne Kerne. Die Kugeln des untern Keimblattes vermehren sich rasch durch Theilung, sie erhalten Kerne und bald lässt sich auch die Zellenwandung erkennen. Remak lässt nun das untere Keimblatt sich differenziren in eine obere festere Zellschichte als „mittleres Keimblatt“, und in eine untere mehr lockere und dünnere Zellschichte als „Drüsenblatt.“

Im Centrum der Keimscheibe werden die beiden obern Blätter allmählig undurchsichtig bis gegen den Rand des Fruchthofes und werden zugleich gegen die Mitte zu bedeutend dicker.

Diese beiden schildförmigen Verdickungen des obern und mittlern Keimblattes verwachsen in ihrer Längsachse mit einander und bilden die Achsenplatte (Remak), von der das untere Keim- oder Drüsenblatt abgelöst werden kann, es nimmt also letzteres keinen Antheil an den aus diesen Theilen hervorgehenden Gebilden. Auf der obern Schichte der Achsenplatte zeigt sich bald ein schmaler heller Streifen, der dieselbe gleichsam in zwei Hälften theilt. Diese erheben sich allmählig über ihre hellere Zwischenparthie und verwandeln dieselbe dadurch in eine Rinne, Primitivrinne, durch welche man die der untern Schichte angehörnde Chorda durchschimmern sieht. Bald ist an ersterer ein vorderes, einzelne Abtheilungen zeigendes Ende, das Kopfbende zu sehen und ein hinteres dünneres Schwanzende. Die beiden seitlichen Hälften der Achsenplatte, durch die Primitivrinne getrennt, und in Folge der immer weitem Erhebung und Krümmung mit ihren concaven Flächen nach letzterer gekehrt, werden Medullarplatten genannt, weil durch deren Krümmung nach oben und endlichen Schliessung das Medullarrohr entsteht. Die an die Medullarplatten anstossende Parthie des obern Keimblattes bildet das Hornblatt (Remak), aus welchem die Haut mit ihren adnexen Gebilden, den Haaren, Nägeln, Federn und sonstigen Horngeweben hervorgeht.

In der untern Schichte der Achsenplatte gehen ebenfalls Differenzirungen vor sich. In deren Längsachse, entsprechend der Primitivrinne und unter derselben bildet sich ein strangförmiger mittlerer Theil, die Chorda dorsalis, die sich allmählig von den sie umgrenzenden Parthieen abtrennt und den Schild der untern undurchsichtigeren Schichte der Achsenplatte (Remaks Schild des mittleren Keimblattes) in zwei seitliche Theile abschnürt, welche

als Urwirbelplatten die über ihnen befindlichen Medullarplatten durch ihre Breite etwas überragen. Allmählig erscheinen längs der Chorda dorsalis paarige Plättchen von unregelmässig viereckiger Form, die Wirbelplättchen. Aus ihnen entstehen, die Chorda rings umgebend, die Wirbelkörper, von welchen später die Wirbelbogen ausgehen, das Medullarrohr von beiden Seiten umfassend. Den an die Urwirbelplatten sich anschliessenden Theil des mittleren Keimblattes nennt Remak die Seitenplatten. Diese enthalten die Anlagen für die Hautmuskeln als Hautmuskelpplatten, und die Darmfaserplatten, als Anlage für das Mesenterium, auch Gekrösplatten genannt. Unter diesen gleichsam gegliederten Theilen der Achsenplatte zieht das Drüsenblatt hin, keinen Antheil an obigen Gebilden nehmend.

Sowohl an dem Kopf als dem Schwanzende beugt sich der Embryo nach unten, es entstehen dadurch die Kopf- und Schwanzkappe, und durch diese Umbeugungen bedingte Einbuchtungen, die *fovea cardiaca* oder obere Visceralhöhle, und *fovea posterior*, die Einbuchtung der Schwanzkappe einnehmend. Letztere bildet sich jedoch erst am dritten Tage weiter aus zugleich mit der Spaltung der Seitenplatten. An diesen Umbeugungen nehmen alle drei Blätter Theil. Das obere oder Hornblatt geht, nachdem es das sich schliessende Medullarrohr überzogen hat, an der Kopfkappe in die Falte des Amnion über. Das mittlere Keimblatt zeigt am Kopfende keine Trennung der Urwirbel von den Seitenplatten, wird hier „Kopfplatte“ benannt, und geht von dieser mit den beiden andern Blättern in die Krümmung nach unten und hinten über, hilft so die vordere Wand der Darmhöhle bilden, beugt sich dann unter der Kopfkappe nochmals um und geht in die Amnionfalte über. Das untere Keimblatt oder Drüsenblatt nimmt an diesen Umbeugungen ebenfalls Theil, und bildet dieselben auskleidend das Darmrohr.

Diese bisherigen Entwicklungsstadien mögen wohl durch

die reichliche Umbildung und Neubildung von Zellen schon einen bedeutenden Einfluss auf die Respiration haben, mehr aber noch die allmälige Entwicklung der Blutgefässe und Blutzellen, die schon am Ende des ersten Tages beginnt und rasch bis zur Anlage des Herzens fortschreitet.

Während der genannten Vorgänge vergrössert sich die Keimscheibe immer mehr. Der Fruchthof erhält eine längliche birnförmige Gestalt, der Gefässhof wird breiter, erscheint granulirt, und es zeigt sich in ihm die erste Blutgefäss- und Blutzellenbildung.

So weit dürfen wir den Entwicklungsplan während des ersten Tages vorschreiten lassen, und obgleich noch alles im ersten Entstehen begriffen ist, und sich noch keine bestimmten Organe ausgebildet haben, denen wir vorzugsweise eine Respirationsfunktion zuschreiben könnten, so sehen wir doch schon am ersten Tage überraschende Respirationsresultate.

Das für den ersten Tag sogleich in den Apparat eingelegte Ei hatte ein Gewicht von 54,753 Grammes, nach dem Versuche, also nach 24 Stunden, nur noch 54,628, woraus sich ein Gewichtsverlust ergibt von 0,125 Grammes, folglich nahm 1 Gramme Ei während der 24stündigen Versuchszeit um 0,00228 Grammes ab. Es hatten die andern Eier des ersten Tages sowohl für die Gewichtsbestimmung als die Respiration annähernde Resultate; ich wählte aber, wie oben gesagt, immer das bestentwickelte zur Darstellung.

Die in den Kaliröhren ausgeschiedene Kohlensäuremenge betrug 1,009 Grammes, und diese entsprechen einem Volumen von 4,545 Cubikcentimeter. Demnach exhalirt 1 Gramme Ei in den ersten 24 Stunden der Bebrütung 0,00016 Grammes, oder 0,083 CC. Kohlensäure.

Der Kohlensäuremenge entsprechend ergab sich das Volumen des eingeathmeten Sauerstoffes gemäss folgender Analyse:

Erste Ablesung.

Das angewandte Volumen Luft = 24,8 Cubikcentimeter.

Ut. Hgstand = 610	Bar. = 27'' 5,8''' = 745,97 Mm.
Ob. Hgstand = 90,3	Therm. = 16,4 Grad C.
Differenz = 519,7	
Reductionen: B. = 745,97	Die 24,8 CC. von 212,385 auf
Differenz = 519,7	760 Mm. reducirt: $24,8 : 760 =$
226,27	$x : 212,385; x = 6,93$ bei 16,4 ⁰ , auf
T. d. Wasserd. f. 16,4 ⁰ = 13,885	0 ⁰ reducirt = $\frac{6,93}{1,06002} = 6,537$ CC.
212,385	

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 38,86.

Ut. Hgstand = 605	Bar. = 27'' 5,1''' = 744,39 Mm.
Ob. Hgstand = 147,5	Therm. = 16,4 Grad C.
Differenz = 457,5	
Reductionen: B. = 744,39	Die 38,86 CC. von 273,005 auf
Differenz = 457,5	760 Mm. reducirt: $38,86 : 760 =$
286,89	$x : 273,005; x = 13,959$ b. 16,4 ⁰ , a.
T. d. Wasserd. f. 16,4 ⁰ = 13,885	0 ⁰ reducirt = $\frac{13,959}{1,06002} = 12,52$ CC.
273,005	

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 30,2.

Ut. Hgstand = 610	Bar. = 27'' 5,1''' = 744,39 Mm.
Ob. Hgstand = 112,2	Therm. = 16,4 Grad C.
Differenz = 497,8	
Reductionen: B. = 744,39	Die 30,2 CC. von 232,705 auf
Differenz = 497,8	760 Mm. reducirt: $30,2 : 760 =$
246,59	$x : 232,705; x = 9,246$ bei 16,4 ⁰ , a.
Tension d. Wasserd. = 13,885	0 ⁰ reducirt = $\frac{9,246}{1,06002} = 8,722$ CC.
232,705	

Der in obigen 6,537 CC. Luft enthaltene Sauerstoff ist gleich dem als Knallgas verschwundenen Volumen, getheilt durch 3 = $\frac{12,52 - 3,722}{3} = 1,266$ CC. Demnach

enthält die im Apparate befindliche Luft nach dem 24stündigen Versuche noch 19,366 Prozent Sauerstoff. Es lag das angewandte Ei im Apparat I, bei noch nicht eingesetzter Flasche und einem Volumen von 340,189 CC. Luft. Die prozentische Sauerstoffaufnahme beträgt folglich für dies Volumen = 1,534 CC., und auf 1 Gramme Ei reducirt, = 0,028.

Die absolute Menge aufgenommenen Sauerstoffes erhalten wir durch Subtrahiren der Sauerstoffmenge im Apparate I nach dem Versuche von derselben vor dem Versuche: Ov.: 71,099 — On.: 65,881 = Oe.: 5,218 CC., und diese auf 1 Gramme Ei reducirt = 0,0953 CC. Sauerstoff, während die Kohlensäure für das ganze Ei nur 4,545 CC., und für 1 Gramme Ei nur 0,083 CC. betrug. Uebertragen wir die Sauerstoffwerthe auf Grammes, so erhalten wir für das ganze Ei = 0,007 Grammes und für 1 Gramme Ei = 0,00013 Grammes Sauerstoff.

• Zusammenstellung der Gewichtsverhältnisse.

Die Gewichtsabnahme des ganzen Eies betrug 0,125, für 1 Gramme Ei = 0,00228. Abgabe von Kohlensäure für das ganze Ei = 0,009, für 1 Gramme Ei = 0,00016. Einnahme von Sauerstoff für das ganze Ei = 0,007, für 1 Gramme Ei = 0,00013. Die Sauerstoffmenge von der Kohlensäuremenge, und die noch übrige Kohlensäuremenge von der Gewichtsabnahme subtrahirt, ergeben die Resultate für die Wasserexhalation. Darnach exhalirte das ganze Ei in den ersten 24 Stunden 0,123 Grammes und 1 Gramme Ei 0,00225 Grammes Wasser.

Die erhaltenen Werthe sind für den ersten Brüttag gewiss schon ein hübsches Respirationsresultat, und wohl hatte ich auch ein solches erwartet, obgleich die Entwicklung des Embryos noch auf der niedersten Stufe steht, und eigentlich erst der Grundriss oder Plan zu dessen Erbauung gegeben ist. Bei der grossen Bewegung durch die Atome und Atomgruppen des ruhenden Eies, bei den

mächtigen physikalisch-chemischen Prozessen, die nun auftreten, mussten gleich nicht unbedeutende Resultate gesetzt werden.

Zweiter Tag.

Während des zweiten Tages sehen wir die am ersten Tage gelegte Grundlage der Entwicklung bestimmtere Formen annehmen, und bereits soweit aus der Tiefe sich erheben, dass am Ende dieses Tages die Form des Embryo und selbst die Umrisse der wichtigern innern Theile leicht zu schauen sind.

Der Dotter nimmt an Umfang zu, die Halones werden mit Beginn des 2. Tages bedeutend grösser und breiter, schwinden jedoch gegen dessen Ende wieder. In dem gelockerten Gefässhofe erscheinen rothe Punkte, die Blutinseln, welche bald in einander überfliessend zu einem Gefässnetze werden. Durch Differenzirung der Zellen des mittleren Keimblattes bilden sich die Gefässe mit ihrem Inhalte. Die perlschnurartig sich anreihenden Zellen verlieren ihre anstossenden Wandungen, ihr Inhalt wird zu Plasma mit Blutzellen, die sich dann durch Theilung weiter vermehren.

An der äussern Grenze des Gefässhofes entsteht die Vena terminalis, um das Blut zu dem sich gleichzeitig bildenden Herzschnauche zu führen.

Der Fruchthof hat eine langgestreckte Form und einen Durchmesser von 11 Linien, der Embryo, 2 Linien lang, kehrt seine Bauchseite nach unten und seine Rückenseite nach oben, erhebt sich immer mehr über den Fruchthof, indem die Kopf- und bald auch die Schwanzkappe sich stärker krümmen und auch die Seitentheile des Embryo's nach der Bauchfläche mehr und mehr zusammenneigen, um von hier aus wieder in die Amnionfalte umzuschlagen. Das Medullarrohr schliesst sich an allen Stellen. An dessen vorderem Ende zeigen sich drei Ausbuchtungen, die drei

Gehirnzellen des Vorder-, Mittel- und Hinter-Hirns. Zugleich entwickeln sich mit dem Hervortreten der grossen Hemisphären die Augenblasen, und zu beiden Seiten des Nachhirns, etwa um die 36. Stunde, die Gehörbläschen. Die Urwirbel, von denen sich 2 bis 3 schon am ersten Tage gebildet haben, vermehren sich rasch, umgeben die Chorda dorsalis als Wirbelkörper und gehen nach vornen in die Schädelwirbel über.

In den Schichten der vorderen oder Kopfkrümmung sehen wir bald ein Zellenhäufchen sich erheben, das in seiner Mitte einen Kanal erkennen lässt, als Anlage des Herzens. Anfangs ist der Herzkanal gerade, allmählig krümmt er sich nach links, sein oberes Ende geht mit dem Aortabulbus beginnend, in die aufsteigende Aorta über, und spaltet sich in die beiden absteigenden primitiven Aorten, die am äussern Rande der Urwirbel bis zu deren Schwanzende verlaufen. Das untere Ende des Herzschlauches geht ebenfalls mit bulbusartiger Anschwellung in die Herzvenen über. Diese Anschwellungen sind die Anlagen der Vorhöhlen und Herzohren. Von den beiden primitiven Aorten geht jederseits, ungefähr in der Mitte des Embryo, die *arteria omphalomesenterica* ab, um nach vielfacher Verzweigung in die *vena terminalis* überzugehen, von wo das Blut durch die *venae omphalomesentericae* in die Herzvenen einmündet. Neben der Entwicklung des Herzens und der reichlichen Mehrung der Blutgefässe und Blutzellen geht auch schon die Entwicklung der Wolff'schen Körper oder der Urnieren (etwa um die 36. Stunde) einher, welche auf der Innenseite der Urwirbel jederseits nach aussen von der Aorta als cylindrische Stränge von der *fovea cardiaca* bis zum Schwanztheile sich erstrecken und bald in ihrer Mitte einen Kanal erkennen lassen.

In dieser Zeit hat der Embryo seine Leibesform erhalten, das Kopf- und Schwanzende sind durch ihre Form und die leicht zu erkennenden Organe bestimmt, es entwickelt sich eine ausgebildete Circulation, während sich

zugleich die wichtigern Organe, selbst Sinnesorgane zu bilden beginnen.

Das betreffende Ei hatte vor seiner Einlage in den allgemeinen Brütkasten ein Gewicht von 53,344 Grammes, verweilte daselbst den ersten Brüttag, während welchem es um 0,161 Grammes leichter wurde, besass also, bevor es in den Brütapparat zur Bestimmung des zweiten Tages kam, noch ein Gewicht von 53,183 Grammes, somit verlor während des ersten Tages 1 Gramme Ei 0,00301 Grammes. Nach dieser Wägung in den Brütapparat gebracht, ergab sich für die 24 Stunden des zweiten Brüttages ein Gewichtsverlust von 0,136 Grammes und für 1 Gramme Ei berechnet 0,00255 Grammes. Es nahm also am zweiten Tage ungefähr um dieselbe Menge wie am ersten Tage an Gewicht ab.

Die Kohlensäurebestimmung ergab für das ganze Ei 0,0115 Grammes, entsprechend 5,808 Cubikcentimetern, und für 1 Gramme Ei 0,00021, entsprechend 0,109 CC., also eine Mehrabgabe von 0,0025 Grammes und 1,263 CC. als am ersten Tage.

Die Sauerstoffbestimmung für den zweiten Tag war leider verunglückt, und so musste ich mich bequemen, dieselbe aus der Differenz des ersten und dritten Tages zu suchen, welche Werthe übrigens sehr gut zur erhaltenen Kohlensäuremenge stimmten. Darnach ergaben sich 6,274 CC. für das ganze und 0,118 CC. für 1 Gramme Ei. Diese entsprechen für das ganze Ei einer Gewichtsmenge von 0,008 Grammes und 0,00021 Grammes für 1 Gramme Ei.

Zusammenstellung der Gewichtsverhältnisse während des zweiten Tages.

Gewichtsabnahme des ganzen Eies = 0,136 Grammes, für 1 Gramme Ei = 0,00255 Grammes. Abgabe von Kohlensäure für das ganze Ei = 0,0115 Grammes, für 1 Gramme Ei = 0,00021 Grammes. Einnahme von Sauerstoff für das ganze = 0,0089 Grammes, für 1 Gramme Ei = 0,00016

Grammes. Nach Abzug der Sauerstoff- von der Kohlen- säuremenge und Subtraction des Restes von der Gewichts- abnahme ergeben sich für die Wasserexhalation 0,133 Grammes des ganzen Eies und 0,0025 Grammes für 1 Gramme Ei.

Dritter Tag.

Die Entwicklung des Hühnchens wird gewöhnlich in drei Hauptperioden gegeben. Die erste umfasst die beiden ersten Tage bis zur Vollendung des ersten Kreislaufes, der noch während der beiden folgenden Tage seinen Höhepunkt erreicht und nun zu kümmern beginnt. Die zweite Periode umfasst den 3., 4. und 5. Tag, während welchen allmählig die Allantois sich bildet, durch welche der zweite Kreislauf eingeleitet wird. Die dritte Periode endlich umfasst die Entwicklung des Hühnchens vom Beginne des zweiten Kreislaufs bis zum Ausschlüpfen des Hühnchens.

Wir hätten somit die erste Periode mit den Respirationsergebnissen betrachtet und treten mit dem dritten Tage in die ereignissvolle zweite Periode ein.

Die Krümmung des Embryo an seinem Kopfe wird stärker, so dass die Vierhügelblase als Endpunkt des Leibes erscheint, während der Schwanztheil sich mehr gegen den Rücken des Embryo wendet. Der vermittelst Nadeln auf einer Kautschukplatte gerade gerichtete Embryo hat eine Länge von $3\frac{1}{2}$ Linien.

Die vordere Hirnzelle lässt an ihrem vordern Rande schon die Spaltung in die beiden Hemisphären erkennen. Das Mittelhirn zeigt die beginnende Theilung der Vierhügel, deren beide hintere Abtheilungen gegen das Hinterhirn nicht so genau begrenzt sind, während die beiden erstern scharf von dem Zwischenhirne abgegrenzt sind. Das verlängerte Mark weicht in seinen obern Bündeln auseinander und bildet die Grundlage des vierten Ventrikels. Es

zeigt sich, auf dem 4. und 5. Wirbelkörperchen aufliegend, unterhalb des verlängerten Markes ein anfangs rundes Bläschen, „Labyrinthbläschen“, das bald eine mehr ovale Form annimmt. Oberhalb und unterhalb des Labyrinthbläschens verlaufen 2 feine Streifen als Anlage der Halskopfnerven.

Durch die vollkommene Krümmung des Schwanzendes hat sich die Schwanzkappe gebildet. Ebenso beugen sich die an die Urwirbel anstossenden Parthien sämtlicher Blätter als Bauchplatten, oder nach Remak als Seitenplatten bekannt, nach unten und nähern sich immer mehr dem Centrum der Bauchfläche.

Oberhalb des Labyrinthbläschens treten 3 Spalten auf, welche die vereinigten Bauch- oder Seitenplatten durchbrechen, eine vierte Spalte ist unter dem Labyrinthbläschen, und ist kürzer als die anderen. Es sind dies die „Kiemenspalten“, die zwischenliegenden Theile „die Kiemenbogen“, hinter welchen die 4 Paar Gefässbogen liegen. Zugleich bildet sich auch die Mund- und Rachenhöhle. An dem an letztere sich anschliessenden Speisekanal entwickelt sich die Anlage der Lunge und des Magens. Es entstehen ferner an der Seite des Darmkanals die erste Anlage der Leber- und Bauchspeicheldrüse. Aus der Schwanzkappe erhebt sich ein Zellenhäufchen, das rasch wächst, allmählig hohl wird und sich in eine Blase verwandelt, „die Allantois“, die wir bald als Trägerin eines reichen Gefässnetzes erkennen werden.

Inzwischen hat sich der Herzschnlauch mehr und mehr gekrümmt und sich in eine Schlinge verwandelt, die am Kreuzungspunkt gedreht erscheint, so dass wir von jetzt an weniger mehr von einem Herzschnlauche als einem Herzen reden dürfen. Es war das Picken des Herzens, das punctum saliens, noch lange nach Oeffnen des Eies zu sehen.

Das für die Erläuterung des dritten Tages benutzte Ei hatte vor der Einlage in den allgemeinen Brütkasten

ein Gewicht von 49,384 Grammes und wurde daselbst während der beiden ersten Tage um 0,696 Grammes, und für 1 Gramme Ei berechnet um 0,01409 Grammes leichter. Während des dritten Tages im Respirationsbrütkasten verlor das ganze Ei 0,105 Grammes und 1 Gramme Ei 0,00215 Grammes an Gewicht. Die Werthbestimmung von 1 Gramme Ei für den betreffenden Respirationstag wurde natürlich gefunden durch Division mittelst des Eigewichtes unmittelbar vor dem Respirationstage und die Werthe von 1 Gramme Ei für die Tage, die es im allgemeinen Brütkasten zubrachte durch Division mittelst des Eigewichtes vor dem Einlegen in den allgemeinen Brütkasten.

Das Gewicht der Kohlensäure für das ganze Ei betrug 0,012 Grammes entsprechend 6,06 Cubikcentimetern, und für 1 Gramme Ei 0,00024 Grammes entsprechend 0,124 CC., demnach für das ganze Ei eine Mehrausgabe von 0,001 Grammes oder 0,252 CC. als am zweiten Tage.

Das Volumen des eingeathmeten Sauerstoffs erwies sich folgendermassen:

Erste Ablesung.

Zur Analyse verwandtes Volumen Luft = 30,1 CC.

Ut. Hgstand = 613,2

Bar. = 27" = 732,857 Mm.

Ob. Hgstand = 112

Therm. = 16,6 Grad C.

Differenz = 501,2

Reductionen: B. = 732,857

Die 30,1 CC. von 217,595 auf

Differenz = 501,2

760 Mm. reducirt: $30,1 : 760 =$

231,657

$x : 217,595$; $x = 8,617$ bei 16,6°, a.

Tens. d. Wasserd. 16,6° = 14,062

0° reducirt = $\frac{8,617}{1,06076} = 8,123$ CC.

217,595

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 49,5 CC.

Ut. Hgstand = 612,8

Bar. = 27" = 732,857 Mm.

Ob. Hgstand = 191,2

Therm. 16,6 Grad C.

Differenz = 421,6

Reductionen: B. = 732,857	Die 49,5 CC. von 297,195 auf
Differenz = 421,6	760 Mm. reducirt: $49,5 : 760 =$
311,257	$x : 297,195; x = 19,356$ b. $16,6^0$, a.
Tension d. Wasserd. = 14,062	0^0 reducirt = $\frac{19,356}{1,06076} = 18,247$ CC.
297,195	

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 41,6 CC.	
Ut. Hgstand = 613,0	Bar. = 27'' = 732,857 Mm.
Ob. Hgstand = 159,3	Therm. = 16,6 Grad C.
Differenz = 453,7	
Reductionen: B. = 732,857	Die 41,6 CC. von 265,095 auf
Differenz = 453,7	760 Mm. reducirt: $41,6 : 760 =$
279,157	$x : 265,095; x = 14,514$ b. $16,6^0$, a.
Tension d. Wasserd. = 14,062	0^0 reducirt = $\frac{14,514}{1,06076} = 13,682$ CC.
265,095	

Der in obigen 8,123 CC. Luft enthaltene Sauerstoff ist gleich dem als Knallgas verschwundenen Volumen getheilt durch 3 = $\frac{18,247 - 13,682}{3} = 1,521$ CC. Es enthält somit die im Apparate befindliche Luft nach dem 24stündigen Versuche noch 18,724 Prozent Sauerstoff. Das Ei lag im Apparate II. bei noch nicht eingesetzter Flasche und einem Volumen von 336,906 CC. Luft. Die prozentische Sauerstoffaufnahme beträgt folglich für dies Volumen 2,176 CC. und auf 1 Gramme Ei reducirt 0,0446 CC.

Die absolute Menge aufgenommenen Sauerstoffs erhalten wir durch Subtrahiren der Sauerstoffmenge im Apparate II. nach dem Versuche von derselben vor dem Versuche: Ov.: 70,413 — On.: 63,082 = Oe.: 7,331 CC., und diese auf 1 Gramme Ei reducirt = 0,1505 CC. Sauerstoff, während die Kohlensäure für das ganze Ei nur 6,06 und für 1 Gramme Ei nur 0,124 CC. betrug. Die Sauerstoffwerthe aufs Gewicht übertragen, erhalten wir für das ganze Ei 0,0104 Grammes und für 1 Gramme Ei 0,00021 Grammes Sauerstoff.

Zusammenstellung der Gewichtsverhältnisse.

Gewichtsabnahme des ganzen Eies: 0,105, für 1 Gramme Ei: 0,00215 Grammes. Kohlensäureabgabe des ganzen Eies: 0,012; für 1 Gramme Ei: 0,00024 Grammes. Sauerstoffaufnahme des ganzen Eies: 0,0104 Grammes; für 1 Gramme Ei: 0,00021 Grammes.

Die Sauerstoffmenge von der Kohlensäure, und die noch übrige Kohlensäuremenge von der Gewichtsabnahme subtrahirt, ergeben die Resultate für die Wasserexhalation. Darnach exhalirte das ganze Ei während des dritten Tages 0,103 und 1 Gramme Ei 0,00212 Grammes Wasser.

Vierter Tag.

Der ganze Embryo ist weniger durchsichtig, die Grenze der Chorda ist nicht mehr zu erkennen. Es hat der Embryo in seiner Krümmung eine Länge von 4 Linien, vermittelst Nadeln gestreckt 6 Linien. Die zum Amnion sich erhebenden, über dem Rücken des Embryo zusammenlaufenden Falten schliessen sich während des 4. Tages, somit ist der ganze Embryo in einen blasigen Mantel, die Schafhaut, eingehüllt. Zwischen ihr und dem Embryo ist Flüssigkeit.

Das Gehirn scheint schon eine Hülle zu erhalten. Die Augenblasen haben $\frac{1}{2}$ Linie Durchmesser. Das Labyrinthbläschen wird grösser, anfangs rund, bald mehr länglich, und scheint mittelst eines Stieles auf dem verlängerten Marke zu sitzen.

An der Basis der Hemisphären zeigt sich eine flache Vertiefung mit wulstigen Rändern „die künftigen Nasengruben“. Die Nervenstränge ober- und unterhalb des Labyrinthbläschens werden breiter, am obersten Nervenstrang ist das Ganglion-Gasseri zu erkennen. An

der Wirbelsäule haben sich die sekundären Wirbel gebildet.

Die beiden Schenkel des Herzschlauches sind um ihre Achse rotirt, das Herz hat schon seine Herzform, und ist schon ziemlich muskulös. Die Wandungen des Schlauches sind schwer mehr zu erkennen, es bildet sich die Scheidewand der Herzkammern. An der Grenze der Schwanzkappe, nach Aussen von der Chorda und den Wirbelplättchen zeigt sich jederseits eine Erhabenheit, ein Zellenhäufchen als erste Anlage der untern Extremitäten. Ein weiteres Paar solcher Zellenanhäufung findet sich etwas unter der oberen Umbeugungsstelle des gekrümmten Embryo's. Diese sind etwas kleiner als die untern und bilden sich später als obere Extremitäten aus.

Die Knötchen im Verlaufe des Darmkanals für die Bildung der Lunge, Leber und Bauchspeicheldrüse werden grösser und theilen sich wieder in feine Läppchen, auf dem sich Gefässnetze zertheilen. Das Allantoisbläschen ist aus dem ductus vitello-intestinalis hervorgewachsen und besitzt schon einen Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ Linien. Es lassen sich an ihm zwei Schichten trennen, eine obere, welche die Gefässe trägt und eine tiefere gefässlose, somit hat der zweite Kreislauf seinen Ciclus begonnen, während der erste oder Dotterkreislauf von nun an mehr und mehr schwindet.

Vor der Einlage in den allgemeinen Brütkasten besass das Ei ein Gewicht von 61,305 Grammes, verlor daselbst während der 3 ersten Tage 0,649 Grammes und für 1 Gramme Ei 0,0105 Grammes, während des 4. Tages im Respirationsapparate 0,126 Grammes und für 1 Gramme Ei 0,00207 Grammes.

Die ausgeschiedene Kohlensäuremenge betrug 0,0145 Grammes entsprechend 7,324 CC. Somit exhalirt 1 Gramme Ei am vierten Tage 0,000239 Grammes oder 0,194 CC. Kohlensäure.

Die zur Respiration verwendete Luft ergab folgendes Sauerstoffverhältniss :

Erste Ablesung.

Angewandtes Volumen Luft = 31,6 CC.

Ut. Hgstand = 613

Bar. = 27" 2,5''' = 738,511 Mm.

Ob. Hgstand = 118

Therm. = 17 Grad C.

Differenz = 495

Reductionen: B. = 738,511

Die 31,6 CC. von 229,09 auf

Differenz = 495

760 Mm. reducirt: $31,6 : 760 =$

243,511

 $x : 229,09; x = 9,525$ bei 17°, auf

T. d. Wasserd. b. 17° = 14,421

0° reducirt = $\frac{9,525}{1,06222} = 8,967$ CC.

229,090

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 51,9 Cubikcentimeter.

Ut. Hgstand = 612

Bar. = 27" 2,5''' 738,511 Mm.

Ob. Hgstand = 201

Therm. = 17 Grad C.

Differenz = 411

Reductionen: B. = 738,511

Die 51,9 CC. von 313,09 auf

Differenz = 411

760 Mm. reducirt: $51,9 : 760 =$

327,511

 $x : 313,09; x = 21,380$ bei 17°, auf

Tension d. Wasserd. = 14,421

0° reducirt = $\frac{21,38}{1,06222} = 20,127$ CC.

313,09

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 43,2 CC.

Ut. Hgstand = 612,2

Bar. = 27" 3''' = 739,642 Mm.

Ob. Hgstand = 166

Therm. = 16,2 Grad C.

Differenz = 446,2

Reductionen: B. = 739,642

Die 43,2 CC. von 279,732 auf

Differenz = 446,2

760 Mm. reducirt: $43,2 : 760 =$

293,442

 $x : 279,732; x = 15,9005$ b. 16,2°, a.

T. d. Wasserd. b. 16,2° = 13,71

0° reducirt = $\frac{15,9005}{1,05929} = 15,01$ CC.

279,732

Der in obigen 8,967 CC. Luft enthaltene Sauerstoff ist gleich dem Volumen nach Zusatz von Wasserstoff weniger dem nach der Verpuffung restirenden Volumen getheilt

durch 3, oder gleich dem als Knallgas verschwundenen Volumen getheilt durch 3 $= \frac{20,127 - 15,01}{3} = 1,705$ CC.

Es enthält somit die im Apparate befindliche Luft nach der 24stündigen Versuchszeit noch 19,014 Procente Sauerstoff. Das betreffende Ei lag im Apparate II bei noch nicht eingesetzter Flasche und einem Luftvolumen von 336,906 CC. Die prozentische Sauerstoffaufnahme war für das Volumen gleich 1,886 CC. und für 1 Gramme Ei $= 0,031$.

Die absolute Sauerstoffmenge, erhalten durch Subtraction des Sauerstoffes im Apparate II nach dem Versuche von derselben vor dem Versuche ergab: Ov.: 70,413 — On.: 64,059 = Oe.: 6,354 CC. und auf 1 Gramme Ei reducirt $= 0,104$ CC. Sauerstoff, während die Kohlensäuremenge für das ganze Ei 7,324 CC. und für 1 Gramme Ei 0,194 CC. betrug. Genannte Sauerstoffwerthe auf Grammes übertragen, ergeben für das ganze Ei 0,009 und für 1 Gramme Ei 0,00014 Grammes Sauerstoff.

Zusammenstellung der Gewichtsverhältnisse des vierten Tages.

Gewichtsabnahme des ganzen Eies $= 0,126$, für 1 Gramme Ei $= 0,00207$. Kohlensäureabgabe des ganzen Eies $= 0,0145$, für 1 Gramme Ei $= 0,000239$. Sauerstoffaufnahme des ganzen Eies $= 0,009$, für 1 Gramme Ei $= 0,00014$. Darnach wurden 0,0055 Grammes Kohlensäure mehr abgegeben als Sauerstoff aufgenommen, und diese 0,0055 Grammes von der Gewichtsabnahme subtrahirt, ergeben für die Wasserexhalation während des vierten Tages 0,121 auf das ganze Ei und 0,00198 für 1 Gramme Ei.

Ich erhielt zwar auch für diesen Tag eine in demselben Maasse fortschreitende Kohlensäuremenge wie am vorigen, aber das Sauerstoffvolumen war nicht so gross als ich es, der Kohlensäure entsprechend, erwartet habe.

Jedoch glaube ich, dass dies lediglich einem Versuchsfehler zuzuschreiben ist, da sich für beinahe alle übrigen Tage stets mehr Sauerstoff ergeben hat, als Kohlensäure ausgeschieden wurde.

Fünfter Tag.

Der Embryo, immer undurchsichtiger werdend, ist am Kopf und Schwanzende so gekrümmt, dass die Hemisphären das Schwanzende berühren. Die Länge des gestreckten Embryo's betrug $8\frac{1}{2}$ Linien. Der Kopf ist unverhältnissmässig gross, die Augen haben einen Durchmesser von 1,3 Linien. Die vordere Hirnzelle ist vollkommen in die beiden Hemisphären gespalten, und überragt nach hinten den Anfang des Zwischenhirns.

Die Oberkieferfortsätze haben sich noch nicht geschlossen, die des Unterkiefers vereinigen sich, indess sich die Kiemenspalten allmählig schliessen. Das Herz hat seine vollendete Gestalt, misst im Längendurchmesser mit den Vorhöfen $1\frac{1}{3}$ Linien und bewegte sich herausgeschnitten auf Erwärmen oder mit der Nadel gereizt noch lange Zeit. Auch in der Vorkammer bildet sich das Septum. Die Wirbelsäule besitzt schon einige Festigkeit, so dass der Embryo nicht geringe Zerrungen aushalten kann, ohne dass dieselbe getrennt wird. Der Magen erscheint als hufeisenförmige Krümmung des Darmkanals, auf ihn folgt der Dünndarm schon deutlich vom Dickdarm zu unterscheiden. Das Pankreas ist grösser geworden, in der Krümmung des Magens erscheint ein kleines hellrothes Körperchen, die Milz. Die Wolff'schen Körper, aus hohlen Blinddärmchen bestehend, erscheinen als lange Wülste zu beiden Seiten der Wirbelsäule. Die obern und mehr noch die untern Extremitätenwülste treten stärker hervor, und haben schon ein mehr kolbiges Ansehen; deren vorderes Ende ist aber noch ohne Zeichen einer Spaltung.

Die Allantois wird immer mächtiger, ist mehr als nochmal so gross wie am vorigen Tage, und tritt zwischen den Gekrösplatten und Amnionfalten lang gestielt nach aussen, wo sie auf der Oberfläche des Dotters in einem Durchmesser von beinahe einem halben Zolle den Embryo mit dessen Amnion umwächst. Je grösser die Allantois wird, desto zahlreicher und weiter werden auch die Gefässe darauf, während die Gefässe des Dotterkreislaufes mehr und mehr schwinden. Der sinus terminalis erscheint blutleer, nur noch als heller Streifen und verschwindet bald gänzlich. Die nach dem sinus verlaufenden Gefässe werden immer dünner und obliteriren.

Das Gewicht des in den allgemeinen Brückkasten eingelegten Eies betrug 58,964 Grammes und wurde daselbst während der vier ersten Tage um 1,277 Grammes leichter, für 1 Gramme Ei = 0,0315. Während des fünften Tages im Respirationsapparate verlor es 0,232 und für 1 Gramme Ei = 0,00406 Grammes an Gewicht, und wog somit nur noch 56,85 Grammes.

Die beiden Kaliröhren ergaben eine Kohlensäuremenge von 0,016 und für 1 Gramme Ei von 0,00028 Grammes, entsprechend einem Volumen von 8,081 und 0,141 Cubikcentimeter.

Die dazu gehörige Sauerstoffanalyse gab zur Kohlensäuremenge genau passende Resultate:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 28,1 CC.

Ut. Hgstand = 614

Bar. = 27" 6'" = 746,428 Mm.

Ob. Hgstand = 103,7

Therm. = 16 Grad C.

Differenz = 510,3

Reductionen: B. = 746,428

Die 28,1 CC. von 222,592 auf

Differenz = 510,3

760 Mm. reducirt: $28,1 : 760 =$

236,128

$x : 222,592 ; x = 8,493$ bei 16^0 , auf

Tension d. Wasserd. = 13,536

0^0 reducirt = $\frac{8,493}{1,05856} = 8,023$ CC.

222,592

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 42,5 CC.

Ut. Hgstand = 614	Bar. = 27" 6''' = 746,428 Mm.
Ob. Hgstand = 163	Therm. = 16 Grad C.
Differenz = 451	

Reductionen: B. = 746,428	Die 42,5 CC. von 281,892 auf
Differenz = 451	760 Mm. reducirt: $42,5 : 760 =$

$295,428$ x : 281,892; x = 15,763 bei 16°, a.

Tension d. Wasserd. = 13,536	0° reducirt = $\frac{1,7635}{1,05856} = 14,89$ CC.
<u>281,892</u>	

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 34,4 CC.

Ut. Hgstand = 614	Bar. = 27" 6''' = 746,428 Mm.
Ob. Hgstand = 129	Therm. = 16 Grad C.
Differenz = 485	

Reductionen: B. = 746,428	Die 34,4 CC. von 247,892 auf
Differenz = 485	760 Mm. reducirt: $34,4 : 760 =$

$261,428$ x : 247,892; x = 11,2203 bei 16°, a.

Tension d. Wasserd. = 13,536	0° reducirt = $\frac{11,2203}{1,05856} = 10,599$ CC.
<u>247,892</u>	

Der in obigen 8,023 CC. Luft enthaltene Sauerstoff ist gleich dem durch die Verpuffung verschwundenen Volumen, getheilt durch 3 = $\frac{14,89 - 10,599}{3} = 1,43$ CC.

Es enthält somit die im Apparate I. befindliche Luft von einem Volumen von 340,189 CC. nach 24stündiger Versuchszeit noch 17,823 Prozente Sauerstoff. Die procentische Sauerstoffaufnahme betrug demnach 3,077 und für 1 Gramme Ei 0,053 CC.

Die absolute Menge Sauerstoff nach Abzug des Sauerstoffs im Apparate I. nach dem Versuche von demselben vor dem Versuche ergab: Ov.: 71,099 — On.: 60,631 = Oe.: 10,467 und auf 1 Gramme Ei reducirt 0,1833 CC. Sauerstoff, während die Kohlensäure 8,081 CC. und 0,141 CC. betrug. Die Sauerstoffwerthe auf Gewichtstheile

übertragen, gaben für das ganze Ei 0,014 und für 1 Gramme Ei 0,00026 Grammes Sauerstoff.

Gewichtsverhältnisse des 5. Tages.

Gewichtsabnahme des ganzen Eies: 0,232; für 1 Gramme Ei = 0,00406 Grammes. Kohlensäure des ganzen Eies: 0,016; für 1 Gramme Ei = 0,00028 Grammes. Sauerstoffaufnahme des ganzen Eies: 0,014; für 1 Gramme Ei = 0,00026 Grammes. Der durch Abzug des Sauerstoffs von dem Kohlensäure-Gewicht erhaltene Ueberschuss, subtrahirt von der Gewichtsabnahme des Eies ergibt als Wasserexhalation für das ganze Ei 0,23 und für 1 Gramme Ei 0,00404 Grammes.

Ich führe hier noch ein weiteres Ei vom 5. Tage an, das aber in seiner Entwicklung nur bis zum dritten Tage vorgeschritten und in Fäulniss übergegangen war. Die Gewichtsabnahme ergab bis zum 5. und während des 5. Tages ähnliche Mengen wie die entwickelten Eier, nämlich 1,337 bis und 0,104 während des 5. Tages. Die ausgeschiedene Kohlensäuremenge betrug einiges mehr, nämlich 0,021 Grammes oder für 1 Gramme Ei 0,00035 Grammes oder 10,607 und 0,1814 CC. Die dazu gehörige Sauerstoffanalyse hingegen ergab ein Volumen, das keineswegs hinreicht die erhaltene Kohlensäuremenge zu liefern, nämlich nur 6 CC. eingenommenen Sauerstoff. Ob nun dies einem Rechnungsfehler zuzuschreiben ist, oder weil die Kohlensäure Produkt der Fäulniss ist, als richtig angenommen werden darf, müsste wohl einer besondern Untersuchungsreihe über faulende Eier unterlegt werden, immerhin kann ich anführen, dass bei einigen andern Analysen über faulende Eier sich ebenfalls geringere Sauerstoffwerthe ergaben, die aber allerdings auch Versuchsfehler sein könnten, denn eine grössere Anzahl Analysen über faulende Eier habe ich nicht unternommen.

Sechster Tag.

Mit dem sechsten Tage beginnt die dritte Periode des Embryonallebens, während welcher die Circulation auf den Allantoiskreislauf angewiesen ist und die Spuren des Dotterkreislaufs nur noch an den obliterirten grösseren Gefässsträngen zu erkennen sind.

Die Keimhaut hat bereits den ganzen Dotter umgeben, der von nun an den Namen Dottersack trägt. Es hat dieser zugleich an Grösse zugenommen, während das Eiweiss an Masse abnimmt, dagegen dickflüssiger wird. Die Bauch- oder Seitenplatten sind von allen Seiten bis auf einen engen Kanal, den Dottergang, zusammengerückt, durch welchen die Allantois mit ihren Gefässen hervortritt.

Der Embryo, bedeutend grösser geworden, verändert seine Lage, und nähert sich mehr dem stumpfen Pole des Eies. Gestreckt hat er eine Länge von 9—9½ Linien. An den Wirbelbogen zeigen sich die Dornfortsätze, ebenso sind die Anlagen der Rippen als helle Streifen zu erkennen. Am Gehirn und Rückenmark lassen sich die weiche und harte Hirnhaut erkennen. Auf der Basis des Gehirns und in den Ventrikeln differenziren sich die einzelnen feinem Gehirnabtheilungen schärfer. Das Auge ist ausgebildet, es lassen sich die einzelnen Häute, Glaskörper und Linse unterscheiden. Das Ohr zeigt eine äussere Oeffnung. Die Aorta besitzt jederseits nur noch 2 Gefässbogen und am Ende in der Mitte einen dritten, von denen die einen in die absteigende Aorta übergehen, während die andern zu Lungenarterien werden. Die Kiemenspalten haben sich mit dem sechsten Tage alle geschlossen, von welcher Zeit an die Ausdehnung des Halses in die Länge rascher zunimmt.

Die Gewichtsabnahme des anfangs 44,995 Grammes schweren Eies betrug während der ersten 5 Tage im allgemeinen Brütkasten 1,743 und für 1 Gramme Ei 0,0038

Grammes. Während des 6. Tages im Respirationsapparate wurde es um 0,242 und auf 1 Gramme Ei reducirt um 0,00559 Grammes leichter. Für die Kohlensäureresultate ergaben sich 0,02 und für 1 Gramme Ei 0,00046 Grammes. Diese entsprechen einem Volumen von 10,102 CC. und 0,233 Cubikcentimeter Kohlensäure.

Für die Sauerstoffbestimmung diene folgende Analyse:

Erste Ablesung.

Angewandtes Volumen = 27,3 CC.

Ut. Hgstand. = 610,6

Bar. = 27'' 4,7''' = 743,488 Mm.

Ob. Hgstand. = 100

Therm. = 14,8 Grad C.

Differenz = 510,6

Reductionen: B. = 743,488

Die 27,3 CC. von 220,35 auf 760 Mm. reducirt: $27,3 : 760 = x : 220,35$; $x = 7,915$ bei $14,8^{\circ}$, a.

Differenz = 510,6

232,888

Tension d. Wasserd. = 12,538

0° reducirt = $\frac{7,915}{1,05417} = 7,508$ CC.

220,350

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 42 CC.

Ut. Hgstand = 610,5

Bar. = 27'' 4,7''' = 743,488 Mm.

Ob. Hgstand = 161,2

Therm. = 14,8 Grad C.

Differenz = 449,3

Reductionen: B. = 743,488

Die 42 CC. von 281,650 auf 760 Mm. reducirt: $42 : 760 = x : 281,65$; $x = 15,564$ b. $14,8^{\circ}$, a.

Differenz = 449,3

294,188

Tension d. Wasserd. = 12,538

0° reducirt = $\frac{15,564}{1,05417} = 14,764$ CC.

281,650

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung 33,9 CC.

Ut. Hgstand = 610,6

Bar. = 27'' 4,7''' = 743,488 Mm.

Ob. Hgstand = 127,1

Therm. = 14,8 Grad C.

Differenz = 483,5

Reductionen: B. = 743,488

Die 33,9 CC. von 247,45 Mm. auf 760 Mm. reducirt: $33,9 : 760 = x : 247,45$; $x = 11,375$ b. $14,8^{\circ}$, a.

Differenz = 483,5

259,988

Tension d. Wasserd. = 12,538

0° reducirt = $\frac{11,375}{1,05417} = 10,79$ CC.

247,450

Der in obigen 7,508 CC. enthaltene Sauerstoff ist gleich dem Volumen der zweiten Ablesung weniger dem der dritten getheilt durch 3 $= \frac{14,764 - 10,79}{3} = 1,324$.

Es enthält somit die im Apparate III., welchem das Ei eingelegt war, befindliche Luft von einem Volumen von 353,571 CC. nach 24stündiger Versuchszeit noch 17,634 Prozente Sauerstoff. Darnach ergibt sich eine prozentische Sauerstoffaufnahme von 3,266 CC. und für 1 Gramme Ei von 0,073 CC. Die absolute Sauerstoffmenge berechnet aus dem Sauerstoffgehalt des Apparats III. vor und nach dem Versuche ergab: Ov.: 73,896 — On.: 62,348 = Oe.: 11,547 und auf 1 Gramme Ei reducirt 0,266 CC. Sauerstoff, während die Kohlensäure 10,102 und 0,233 CC. betrug. Die Sauerstoffmenge auf Gewichtstheile übertragen geben für das ganze Ei 0,0165 und für 1 Gramme Ei 0,00038 Grammes Sauerstoff.

Gewichtsverhältnisse des 6. Tages.

Gewichtsabnahme des ganzen Eies = 0,242, und von 1 Gramme Ei 0,00559 Grammes. Kohlensäureabgabe des ganzen Eies: 0,02, von 1 Gramme Ei: 0,00046 Grammes. Sauerstoffaufnahme des ganzen Eies: 0,0165; von 1 Gramme Ei 0,00038 Grammes. Daraus ergeben sich durch Abzug des Sauerstoffs vom Kohlensäuregewicht und Subtraktion des Restes von der Gewichtsabnahme des Eies für das ganze Ei 0,238 und für 1 Gramme Ei 0,00551 Grammes Wasser.

Siebenter Tag.

Die Krümmung des Embryo ist nicht mehr so stark wie am sechsten Tage. Der Kopf liegt jedoch auf der Brust auf. Die Länge des gestreckten Embryos beträgt $11\frac{1}{2}$ Linien. Der Kopf hat einen beträchtlichen Umfang,

sein Durchmesser von der Höhe des Hinterhirns bis zur Mundspalte beträgt $5\frac{1}{2}$ Linien. Das Auge hat einen Querdurchmesser von 2,4 Linien. Zwischen den Furchen der einzelnen Gehirnableitheilungen liegen schon kräftige Gefässverzweigungen. Die beiden Hemisphären sind grösser geworden, nach vornen convergirend, nach hinten divergirend. Die Hinterhirnzelle hat sich gespalten und zeigt deutlich die beiden Hemisphären des kleinen Gehirnes. Das Zwischenhirn ist tiefer gerückt zur Bildung des dritten Ventrikels und von dem grossen Gehirne zum grössten Theil überdeckt. Der Stirnfortsatz und die beiden Oberkieferfortsätze vereinigen sich unterhalb der Nasengrube, wodurch diese von der Mundhöhle getrennt ist. Die Extremitäten haben sich verlängert und sind an ihren Enden statt kolbig mehr platt gedrückt. Die obere Extremität ist 2 Linien lang, hat noch keine deutliche Gliederung, wohl aber sind die Grenzen derselben schon zu erkennen. Ebenso haben sich die vorderen Glieder noch nicht in Zehen abgetheilt, obwohl die Spaltung derselben schon beginnt. Die untere Extremität ist bereits 2,3 Linien lang. Deren Gliederung gibt sich durch seichte Einbuchtungen kund. Die drei vorderen Zehen sind schon deutlich zu erkennen durch ihre grössere Consistenz und durch die dunklere Farbe von der Umhüllungsmasse abgegrenzt.

Die Speiseröhre wird länger; am Magen lässt sich der eigentliche Magen und Vormagen erkennen; hinter dem Magen zeigt sich die Krümmung des Zwölffingerdarmes.

Die Wolff'schen Körper werden länger und breiter, deren vielfach gewundene Blinddärmchen münden in einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang und dieser ergiesst sich in die Cloake. Hinter den Wolff'schen Körpern liegen zu beiden Seiten der Wirbelsäule die Nieren als gelappte grauröthliche Massen, etwas den äusseren Rand der Wolff'schen Körper überragend.

Diesen weiteren Entwicklungen entsprechend, erhalten wir für den siebenten Tag folgende Respirationswerthe:

Das Ei des siebenten Tages hatte ein Gewicht von 55,849 Grammes und verlor während der sechs ersten Tage 1,57 oder für 1 Gramme Ei 0,028 Grammes. Beim Beginne des siebenten Tages wog es nur noch 54,279 Grammes und wurde während diesem Tage um 0,269 und 1 Gramme Ei um 0,00495 Grammes leichter.

Die in den Kaliröhren ausgeschiedene Kohlensäuremenge betrug 0,03 und auf 1 Gramme Ei reducirt 0,00055 Grammes, entsprechend einem Volumen von 15,153 und 0,279 Cubikcentimetern Kohlensäure.

Die hierzu gehörige Sauerstoffanalyse war mir verunglückt, wesshalb ich für den Sauerstoff des siebenten Tages auf die Curventafel verweisen muss. Wie wir sehen werden, ergab sich für den achten Tag zufällig dieselbe Menge Kohlensäure wie am siebenten Tage, daher benützte ich nun die zum achten Tage gehörige Sauerstoffanalyse auch für die Berechnungen des siebenten Tages.

Gewichtsverhältnisse des siebenten Tages.

Gewichtsabnahme des ganzen Eies 0,269, für 1 Gramme Ei 0,00495 Grammes. Kohlensäureabgabe des ganzen Eies 0,03, für 1 Gramme Ei = 0,00055 Grammes. Sauerstoffaufnahme des ganzen Eies 0,0218, für 1 Gramme Ei 0,00051 Grammes. Die hieraus resultirende Wasserexhalation durch Abzug des Kohlensäure-Gewichtsüberschusses von der Gewichtsabnahme des Eies gibt für das ganze Ei 0,241 und für 1 Gramme Ei 0,00491 Grammes Wasser.

Es war das durchgeführte Ei unglücklicher Weise das einzige, das für die Darlegung des siebenten Tages brauchbar war. Von den übrigen Eiern dieses Tages war nur noch ein zweites vollkommen oder vielmehr wie die Eier vom 6. Tage entwickelt, es musste in letzterem aber gerade vor dem Ueberbringen in den Respirationsapparat, vielleicht durch zu starkes Erkalten beim Wägen, der Embryo zu Grunde gegangen sein, denn, obgleich letzterer einer Entwicklung und der Blutleere der Allantoisgefäße

nach schon etwa einen Tag lang todt zu sein schien, hatte sich doch nur sehr wenig Kohlensäure, wahrscheinlich schon als Resultat der Fäulniss, ausgeschieden. Der Embryo des zu obigen Angaben benützten Eies dagegen lebte noch nach Oeffnung des Eies. Sämmtliche Respirations- und Entwicklungsangaben der betreffenden Tage sind, wie Anfangs erwähnt, nur Eiern entnommen, deren Embryonen durch deutliches Picken des Herzens oder durch eigene Bewegung nach Eröffnung des Eies Leben zeigten.

Achter Tag.

Nach Eröffnung des Eies zeigte der Embryo deutliche Bewegung, er entfernte den nach vornen gebeugten Kopf stossweise von der Brust und bewegte mehrmals lebhaft die Gliedmassen. Bewegungen des Embryos an einem früheren Tage habe ich selbst nicht beobachtet. Der Embryo hat bereits eine Länge von 1 Zoll (paris.); der Kopf, von der Höhe des Hinterhirns bis zur Schnabelspitze, einen Durchmesser von 5 Linien und die Augen einen solchen von $2\frac{1}{2}$ Linien. Die Haut um die Augen bildet einen wulstigen Saum; am innern dem Schnabel zugewendeten Winkel bildet sich innerhalb dieses Saumes eine Falte, die Stickschutzhaut. Zwischen den Hemisphären und Hinterhirn, zwischen letzterem und Nachhirn befinden sich reichliche Blutgefässnetze. Die Oberkieferfortsätze berühren sich schon längst, haben sich aber noch nicht vereinigt. Der Hals ist ziemlich lang gestreckt, hat mit dem Kopfe eine Länge von 6 Linien, während der Rumpf bis zum Steisse ebenfalls 6 Linien misst.

Die oberen Extremitäten sind bereits $2\frac{1}{2}$, die untern 3 Linien lang. Die Vorkammern und Kammern des Herzens sind deutlich ausgebildet, die linke Kammer grösser als die rechte. Die einzelnen Eingeweide haben sich bedeutend

vergrössert. Die Leber hat einen Breitedurchmesser von 2 Linien, der rechte Lappen ist grösser als der linke. Der Magen hat die Grösse eines Hanfkornes. Die beiden Lungen hängen als weissgraue Massen, mit feinen rothen Flecken tingirt, an den Bronchien, diese verlängern sich mehr und mehr, an ihrer Theilungsstelle erhalten sie eine Verdickung als Anlage des untern Kehlkopfes und eine weitere Verdickung oben als Anlage des oberen Kehlkopfes.

Die aus dem Dottergang zur Allantois tretenden Gefässe werden beträchtlich stärker; die Allantois bedeckt den grössten Theil des Dottersacks, und liegt so einerseits auf dem den Embryo umhüllenden Amnion und dem Dottersacke auf, anderseits legt sie sich an die Schalenhaut des Eies an; beide Blätter sind durch die in der Allantois enthaltenen Flüssigkeit getrennt.

Das Ei des achten Tages hatte vor Einlage in den allgemeinen Brütkasten ein Gewicht von 58,57 Grammes und verlor daselbst während der sieben ersten Tage 1,974, und auf 1 Gramme Ei reducirt 0,0337 Grammes. Während des achten Tages wurde es im Respirationsapparate um 0,093 und für 1 Gramme Ei um 0,00164 Grammes leichter.

Die Kohlensäure war dieselbe wie am vorigen Tage 0,03 und für 1 Gramme Ei 0,00053 Grammes, entsprechend einem Volumen von 15,153 und 0,267 Cubikcentimetern.

Die betreffende Sauerstoffanalyse war folgende:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 32,6 CC.

Ut. Hgstand = 613,8

Bar. = 27" 7,6''' = 750,047 Mm.

Ob. Hgstand = 122

Therm. = 13 Grad C.

Differenz = 491,8

Reductionen: B. = 750,047

Die 32,6 CC. von 247,085 auf

Differenz = 491,8

760 Mm. reducirt: $32,6 : 760 =$

258,247

$x : 247,085; x = 15,98$ bei 13° , auf

T. d. Wasserd. f. $13^{\circ} = 11,162$

0° reducirt = $\frac{15,98}{1,04758} = 15,254$ CC.

247,085

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 52,9 CC.

Ut. Hgstand = 613	Bar. = 27'' 7,6''' = 750,047 Mm.
Ob. Hgstand = 206	Therm. = 13 Grad C.
Differenz = 407	
Reductionen: B. = 750,047	Die 52,9 CC. von 331,885 auf
Differenz = 407	760 Mm. reducirt: $52,9 : 760 =$
343,047	$x : 331,885; x = 23,1$ b. 13^0 , auf
T. d. Wasserd. f. $13^0 = 11,162$	0^0 reducirt = $\frac{23,1}{1,04758} = 22,05$ CC.
331,885	

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 41,7 CC.

Ut. Hgstand = 614	Bar. = 27'' 7,6''' = 750,047 Mm.
Ob. Hgstand = 160	Therm. = 13 Grad C.
Differenz = 454	
Reductionen: B. = 750,047	Die 41,7 CC. von 284,885 auf
Differenz = 454	760 Mm. reducirt: $41,7 : 760 =$
296,047	$x : 284,885; x = 15,631$ bei 13^0 , a.
Tension d. Wasserd. = 11,162	0^0 reducirt = $\frac{15,631}{1,04758} = 14,968$ CC.
284,885	

Der in obigen 15,254 CC. Luft enthaltene Sauerstoff ist gleich dem verschwundenen Knallgase, getheilt durch 3 = $\frac{22,050 - 14,968}{3} = 2,36$ CC., und diese für 100 CC.

Luft berechnet, geben 15,471 Procente Sauerstoff. Somit wurden aus der im Apparate IV, welchem dies Ei eingelegt war, befindlichen Luft von einem Volumen von 362,414 CC. 5,429 und von einem Gramme Ei 0,0959 Procente Sauerstoff aufgenommen.

Die absolute Sauerstoffmenge, berechnet aus dem Sauerstoffgehalt des Apparates IV vor und nach dem Versuche, stellte sich folgendermassen heraus: Ov.: 75,744 CC., — On.: 56,069, = Oe.: 19,675 CC., und für 1 Gramme Ei = 0,347 Cubikcentimeter Sauerstoff, während die Kohlensäure 15,15 und 0,267 CC. betrug. Die Sauerstoffvolumina,

auf Gewichtstheile übertragen, erhalten wir 0,0281 und für 1 Gramme Ei 0,00049 Grammes Sauerstoff.

Gewichtsverhältnisse des achten Tages.

Gewichtsabnahme des Eies 0,093, für 1 Gramme Ei 0,00164 Grammes. Kohlensäureabgabe 0,03, für 1 Gramme Ei 0,00053 Grammes. Sauerstoffaufnahme 0,02814, für 1 Gramme Ei 0,00049 Grammes. Hieraus ergeben sich durch Abzug des Kohlensäure-Gewichtsüberschusses von der Gewichtsabnahme des Eies für die Wasserexhalation des ganzen Eies 0,091 und für 1 Gramme Ei 0,0016 Grammes.

Die Resultate des Kohlensäure- und Sauerstoff-Austausches waren demnach dieselben wie am vorigen Tage; wir müssen jedoch dies für einen Zufall halten, da die Respiration der verschiedenen Eier nie ganz genau dieselbe ist, und es so leicht kommen kann, dass das eine Ei, indem es nicht genau so stark respirirt wie das andere, auch an einem unmittelbar folgenden Tage keine grösseren Resultate liefert, als das andere am vorhergehenden Tage. Jedoch können solche Unregelmässigkeiten immerhin nur an sich folgenden Tagen innerhalb der zehn ersten Tage vorkommen, da innerhalb dieser die Respirationsresultate nur allmählig steigen, während sich vom zehnten oder zwölften Tage an jeweils grössere Differenzen ergeben, auf welche die etwas stärkere oder geringere Respiration der verschiedenen Eier keinen wesentlichen Einfluss mehr haben kann.

Neunter Tag.

Nach Oeffnen der Schale bewegte sich der Embryo noch eine Minute lang. Er hat eine Länge von 1 Zoll 2 Linien; der Durchmesser des Kopfes vom Hinterhirn bis zur Schnabelspitze beträgt $6\frac{1}{2}$ Linien. Der Hals verlängert sich schnell; Hals mit Kopf haben eine Länge

von $7\frac{1}{2}$ Linien, der Rumpf ist um eine Linie kürzer. Der Kopf erhält mehr und mehr seine rundliche Form. Die Hemisphären des grossen Gehirns haben sich, das Mittelhirn überdeckend, dem Hinterhirn bedeutend genähert. Letzteres zeigt in seiner Mitte eine solidere Masse, den Wurmtheil des kleinen Gehirns. Der Raum zwischen Hinter- und Nachhirn, vom kleinen Gehirne schon zum Theile bedeckt, hat bereits eine längliche doppelt dreieckige Form angenommen und zeigt deutlich die Gestalt der Rautengrube. Am Rückenmarke lassen sich die Austrittsstellen der Nerven für obere und untere Extremitäten als grössere Anschwellungen erkennen.

Die Augen haben wiederum an Grösse zugenommen und zeigen einen Durchmesser von 3 Linien. Die Ohrspalte erscheint als trichterförmige Vertiefung $\frac{1}{2}$ Linie vom Mundwinkel entfernt.

Schon lässt sich das Brustbein blöslegen, es hat jedoch noch keine Festigkeit und erscheint als kurze breite Platte; einen Kamm bemerkte ich noch nicht. Die Extremitäten haben schon Verknöcherungspunkte. Die obere Extremität ist bereits 4 Linien lang; die Gelenksverbindungen, so wie der Humerus, Ulna und radius, Daumen, mittlerer und kleiner Finger sind deutlich entwickelt. Die untere Extremität ist $5\frac{1}{2}$ Linien lang mit deutlichem Ober- und Unterschenkel, innerer, mittlerer, äusserer und hinterer Zehe. Am unteren Theile des Halses hat die Speiseröhre eine blasige Erweiterung, den Kropf.

Von den 5 Gefässbögen jederseits sind die beiden vorderen Paare, sowie der 5. der linken Seite obliterirt, die übrigen übernehmen bereits die ihnen bestimmten Funktionen. Das dritte Paar wurde zu den beiden trunci anonymi. Der vierte Gefässbogen links und der 5. rechts zu den Lungenarterien und der 4. rechts zur Aorta descendens. Auf der äusseren Haut zeigen sich zuerst längs des Rückens in Reihen gestellte Federbälge, durch welche, besonders bei dunkeln Federn, diese durchschimmern.

Während der 8 ersten Tage im allgemeinen Brütkasten verlor das hieher gehörige Ei 1,853 und 1 Gramme Ei 0,0378 Grammes, hatte somit vor der Einlage in den Respirationsapparat für den 9. Tag ein Gewicht von 47,08 Grammes. Während des 9. Tages wurde das ganze Ei um 0,164 und 1 Gramme Ei um 0,00348 Grammes leichter. Die Wägungen der Kaliröhren erwiesen 0,048 und für 1 Gramme Ei 0,00101 Grammes Kohlensäure, entsprechend einem Volumen von 24,245 und 0,5149 Cubikcentimetern.

Sauerstoffanalyse:

Erste Ablesung.

Angewandtes Volumen = 40,9 CC.	
Ut. Hgstand. = 612,5	Bar. = 27" 1,1'" = 735,345 Mm.
Ob. Hgstand. = 156,5	Therm. = 17 Grad C.
Differenz = 456	
Reductionen: B. = 735,345	Die 40,9 CC. von 264,924 auf
Differenz = 456	760 Mm. reducirt: $40,9 : 760 =$
279,345	$x : 264,924; x = 14,283$ b. 17°, a.
T. d. Wasserd. b. 17° = 14,421	0° reducirt = $\frac{14,283}{1,06222} = 13,446$ CC.
264,924	

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 63,3 CC.	
Ut. Hgstand = 612	Bar. = 27" 1,1'" = 735,345 Mm.
Ob. Hgstand = 248	Therm. = 17 Grad C.
Differenz = 364	
Reductionen: B. = 735,345	Die 63,3 CC. von 356,924 auf
Differenz = 364	760 Mm. reducirt: $63,3 : 760 =$
371,345	$x : 356,924; x = 29,728$ b. 17°, a.
T. d. Wasserd. b. 17° = 14,421	0° reducirt = $\frac{29,728}{1,06222} = 27,986$ CC.
356,924	

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung 55,6 CC.

Ut. Hgstand = 612,2	Bar. = 27" 1,1'" = 735,345 Mm.
Ob. Hgstand = 216	Therm. = 17 Grad C.
Differenz = 396,2	

Reductionen: B. = 735,345	Die 55,6 CC. von 324,724 Mm. a.
Differenz = 396,2	760 Mm. reducirt: $55,6 : 760 =$
339,145	$x : 324,724; x = 23,756$ b. 17^0 , a.
T. d. Wasserd. b. $17^0 = 14,421$	0^0 reducirt $= \frac{23,756}{1,06222} = 22,364$ CC.
324,724	

Der in obigen 13,446 CC. enthaltene Sauerstoff ist gleich dem entschwundenen Knallgase, getheilt durch 3: $\frac{27,986 - 22,364}{3} = 1,874$ CC. Sauerstoff, und diese auf 100 CC. Luft berechnet, geben 13,937 Procente Sauerstoff. Das Ei war dem Apparate IV. mit einem Volumen von 362,414 CC. eingelegt, somit wurden aus diesem Volumen von dem ganzen Ei 6,963 und von 1 Gramme Ei 0,147 Procente Sauerstoff aufgenommen.

Die absolute Sauerstoffaufnahme, berechnet aus dem Sauerstoffgehalt des Apparats IV vor und nach dem Versuche, ergab: Ov.: 75,744 — On.: 50,509 = Oe.: 25,234 CC. und für 1 Gramme Ei = 0,534 CC. Sauerstoff, während die Kohlensäure 24,245 und 0,514 CC. betrug. Die Sauerstoffvolumina, auf Gewichtstheile übertragen, erhalten wir 0,036 und 0,00076 Grammes Sauerstoff.

Gewichtsverhältnisse des 9ten Tages.

Gewichtsabnahme des Eies 0,164; für 1 Gramme Ei 0,00348 Grammes. Kohlensäureabgabe des ganzen Eies 0,048; für 1 Gramme Ei 0,00101 Grammes. Sauerstoffaufnahme 0,036; für 1 Gramme Ei 0,00076 Grammes. Hieraus ergeben sich nach Abzug des Kohlensäuregewichtüberschusses von der Gewichtsabnahme des Eies für die Wasserexhalation des ganzen Eies 0,152 und von 1 Gramme Ei 0,00323 Grammes. Bei einem zweiten ebenfalls gut entwickelten Eie des 9ten Tages war in dessen Apparate ein Stillstand der Luftcirculation eingetreten, den ich im Augenblicke nicht zu regeln vermochte, wesshalb die Respirationsresultate der Entwicklung des Eies nicht entsprachen. Der Embryo war in der ihn umgebenden Kohlensäure offenbar erstickt, die Blutgefäße zeigten eine

tief venöse Farbe, das Venensystem war strotzend gefüllt, der ganze Kopf und ebenso das Herz war voll dunkeln Blutes.

Zehnter Tag.

Der Embryo hat in die Breite und Länge bedeutend zugenommen, letztere beträgt 1 Zoll 4,5 Linien. Der Schädel ist noch ganz weich, hautartig, nur an einzelnen Stellen scheint er etwas fester zu werden, so am zukünftigen Hinterhauptbeine, an der Stelle des Keilbeines; ebenso ist die Wirbelsäule noch knorpelig. Die Schnabelspitze wird etwas consistenter, auf ihr entwickelt sich ein solides, weisses Höckerchen, mit dem das reife Hühnchen seine Schale durchbricht. Die Augen haben ihre höchste Grösse erreicht, sie besitzen einen Durchmesser von 3,8 Linien und nehmen zusammen genommen mehr als die Hälfte des ganzen Kopfes ein. Die ursprünglich einfachen Lungensäckchen haben sich bereits so vielfach gespalten, dass ihre feinsten Abtheilungen nun bläschenförmig durch die Oberfläche der Lunge durchscheinen; zugleich nimmt sie allmählig eine mehr röthliche Farbe an. Die Leber hat eine mehr braungelbe Farbe erhalten, ist zweigelappt, besitzt einen Quadratdurchmesser von 2,5 Linien und einen Längendurchmesser von 3 Linien, am Ende der Grube der beiden Leberläppchen lässt sich ein kleines grünes Pünktchen, die Gallenblase, erkennen. Die in der Bauchhöhle liegenden Organe scheinen durch ein zartes Häutchen mit einander vereinigt und von diesem überzogen zu sein; es ist dies höchst wahrscheinlich das erst später deutlich zu erkennende Bauchfell.

Die Wolff'schen Körper sind kürzer, aber breiter geworden, während deren Geschlechtsdrüse allmählig grösser wird; entwickeln sich aus dieser Hoden, so wird sie mehr länglich, bleibt aber rund; entwickeln sich die Eierstöcke,

so erscheint sie mehr plattgedrückt. Das Ei des zehnten Tages von 50,854 Grammes Gewicht verlor davon während der neun ersten Brüttage im allgemeinen Brütkasten 1,605 und für 1 Gramme Ei 0,031 Grammes; am 10ten Tage selbst im Respirationsapparate 0,1 und für 1 Gramme Ei 0,00203 Grammes.

Die Kohlensäure betrug 0,05 und für 1 Gramme Ei 0,00101 entsprechend einem Volumen von 25,25 und 0,512 Cubtkcentimetern. Die hiezu gehörige Sauerstoffanalyse erwies folgendes Resultat:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 22,5 CC.

Ut. Hgstand = 613

Bar. = 27" 3,8''' = 741,452 Mm.

Ob. Hgstand = 81

Therm. = 16,5 Grad C.

Differenz = 532

Reductionen: B. = 741,452

Die 22,5 CC. von 195,48 auf

Differenz = 532

760 Mm. reducirt: $22,5 : 760 =$

209,452

$x : 195,48; x = 5,787$ bei 16,5°, a.

Tension d. Wasserd. = 13,972

0° reducirt = $\frac{5,787}{1,06039} = 5,457$ CC.

195,48

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 33 CC.

Ut. Hgstand = 612,9

Bar. = 27" 3,8''' = 741,452 Mm.

Ob. Hgstand = 124

Therm. = 16,5 Grad C.

Differenz = 488,9

Reductionen: B. = 741,452

Die 33 CC. von 238,58 auf

Differenz = 488,9

760 Mm. reducirt: $33 : 760 =$

252,552

$x : 238,58; x = 10,359$ b. 16,5°, a.

Tension d. Wasserd. = 13,972

0° reducirt = $\frac{10,359}{1,06039} = 9,769$ CC

238,580

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 27,6 CC.

Ut. Hgstand = 613

Bar. = 27" 3,8''' = 741,452 Mm.

Ob. Hgstand = 101,7

Therm. = 16,5 Grad C.

Differenz = 511,3

Reductionen: B. = 741,452	Die 27,6 CC. von 216,18 auf
Differenz = 511,3	760 Mm. reducirt: $27,6 : 760 =$
<u>230,152</u>	$x : 216,18; x = 7,85$ bei $16,5^0$, auf
Tension d. Wasserd. = 13,972	0^0 reducirt $= \frac{7,85}{1,06039} = 7,402$ CC.
<u>216,180</u>	

Der in obigen 5,457 CC. enthaltene Sauerstoff ist gleich dem als Knallgass verschwundenen Volumen getheilt durch 3: $\frac{9,769 - 7,402}{3} = 0,789$ CC. und diese auf 100 CC.

Luft berechnet, geben 14,458 Procente Sauerstoff. Somit wurden aus der im Apparate III, welchem das Ei eingelegt war, befindlichen Luft mit einem Volumen von 353,571 CC. von dem ganzen Ei 6,442 und von 1 Gramme Ei 0,13 Procente Sauerstoff aufgenommen. Die absolute Sauerstoffmenge, berechnet aus dem Sauerstoffgehalte des Apparates vor und nach dem Versuche, ergab: Ov.: 73,896 — On.: 51,119 = Oe.: 22,777 CC. und für 1 Gramme Ei 0,462 Cubikcentimeter Sauerstoff, während die Kohlensäure 25,255 und 0,512 CC. betrug. Die Sauerstoffvolumina auf Gewichtstheile übertragen: = 0,0325 und 0,00066 Grammes.

Gewichtsverhältnisse des 10ten Tages:

Gewichtsabnahme des Eies 0,1, für 1 Gramme Ei 0,00203 Grammes. Kohlensäureabgabe 0,05; für 1 Gramme Ei 0,00101 Grammes. Sauerstoffaufnahme 0,0325; für 1 Gramme Ei 0,00066 Grammes. Hieraus erhalten wir durch Abzug des Kohlensäuregewichtüberschusses von der Gewichtsabnahme des Eies die Wasserexhalation des ganzen Eies mit 0,082 und von 1 Gramme Ei mit 0,00168 Grammes.

Es wäre dies der zweite Fall, bei welchem die Sauerstoffeinnahme geringer ist als die Kohlensäureabgabe, da aber während der ganzen Versuchsreihe dies nur zweimal vorkam, dürfen wir es lediglich einem Versuchsfehler zuschreiben, der sich vielleicht beim Ueberfüllen der Gase in die Eudiometerröhre oder einer sonstigen derartigen

Procedur ergab, wiewohl ich überall eine pedantische Genauigkeit beobachtete.

Elfter Tag.

Allmählig hat sich der Embryo mehr dem stumpfen Ende des Eies genähert, doch ist diese seine Lage durchaus nicht bei jedem Eie dieselbe. Kräftige Bewegungen deuten auf gut entwickelte Muskulatur. Die Epithelialgebilde beginnen sich zu entwickeln, die Oberhaut der Füße zeigt deutliche getrennte Schilder und Schuppen, die Zehen erhalten ihre Nägel, längs des Rückgrats bis zum Steisse sehen wir die künftigen Federchen mit deutlicher Färbung; sie sind noch in ihren Bälgen eingeschlossen.

Der ganze Darmtractus hat an Stärke und Länge bedeutend zugenommen, wesshalb auch einzelne Darmschlingen in den offenen Nabel hineinragen. Die Speiseröhre und Vormagen sind beträchtlich erweitert, der Magen hat eine starke Muskelwand, der Dünndarm hat sehr an Länge zugenommen, weniger der Dickdarm, der aber indessen ein grösseres Volumen erhält, an diesen schliesst an, deutlich von ihm getrennt, die ebenfalls weitere Cloake mit leicht zu erkennender Einmündung der Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper und der Harnleiter. Um diese Zeit entstehen auch die Nebennieren. Die Lungen verwachsen mit den Rippen und drängen sich tief in die Intercostalräume ein.

Während der zehn ersten Brüttage nahm das Ei des elften Tages um 2,98 Grammes an Gewicht ab und für 1 Gramme Ei um 0,069; wog somit vor Einlage in den Untersuchungsapparat 39,93 Grammes und verlor daselbst während des elften Tages 0,08 und 1 Gramme Ei 0,002 Grammes. Die exhalirte Kohlensäure ergab ein Gewicht von 0,057 und für 1 Gramme Ei 0,0014 entsprechend einem Volumen von 28,79 und 0,72 Cubikcentimetern. Hiezu ergab die Luftanalyse folgende Sauerstoffmenge:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 23,7 CC.

Ut. Hgstand = 613,2

Bar. = 27'' 7,6''' = 750,047 Mm.

Ob. Hgstand = 86

Therm. = 13 Grad C.

Differenz = 527,2

Reductionen: B. = 750,047

Die 23,7 CC. von 211,685 auf

Differenz = 527,2

760 Mm. reducirt: $23,7 : 760 =$

222,847

 $x : 211,685; x = 6,601$ bei 13°, auf

T. d. Wasserd. b. 13° = 11,162

0° reducirt = $\frac{6,601}{1,04758} = 6,301$ CC.

211,685

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 40,9 CC.

Ut. Hgstand = 612

Bar. = 27'' 7,6''' = 750,047 Mm.

Ob. Hgstand = 156

Therm. = 13 Grad C.

Differenz = 456

Reductionen: B. = 750,047

Die 40,9 CC. von 282,885 auf

Differenz = 456

760 Mm. reducirt: $40,9 : 760 =$

294,047

 $x : 282,885; x = 15,223$ b. 13°, a.

Tension d. Wasserd. = 11,162

0° reducirt = $\frac{15,223}{1,04758} = 14,531$ CC.

282,885

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 31,9 CC.

Ut. Hgstand = 613

Bar. = 27'' 7,6''' = 750,047 Mm.

Ob. Hgstand = 119,1

Therm. = 13 Grad C.

Differenz = 493,9

Reductionen: B. = 750,047

Die 31,9 CC. von 244,985 auf

Differenz = 493,9

760 Mm. reducirt: $31,9 : 760 =$

256,147

 $x : 244,985; x = 12,829$ b. 13°, a.

Tension d. Wasserd. = 11,162

0° reducirt = $\frac{12,829}{1,04758} = 12,246$ CC.

244,985

Die in obigen 6,301 CC. enthaltene Sauerstoffmenge ist gleich dem als Knallgas verschwundenen Volumen ge-

theilt durch 3 $= \frac{14,531 - 12,246}{3} = 0,761$ CC. und diese auf 100 Volumina Luft berechnet, geben 12,077 Procente Sauerstoff. Es wurden somit aus der im Apparate II, in welchem das Ei lag, befindlichen Luft mit einem Volumen von 336,9 CC. vom ganzen Ei 8,823 und von 1 Gramme Ei 0,22 Procente Sauerstoff aufgenommen.

Die absolute Sauerstoffmenge durch Abzug des Sauerstoffgehaltes im Apparate nach dem Versuche von demselben vor dem Versuche erhalten betrug für den elften Tag: Ov.: 70,413 — On.: 40,598 = Oe.: 29,815 CC. und für 1 Gramme Ei 0,746 Cubikcentimeter Sauerstoff indessen die Kohlensäure 28,7 und 0,72 CC. ergab. Die Sauerstoffvolumina auf Gewichtstheile übertragen $= 0,0426$ und für 1 Gramme Ei 0,00106 Grammes.

Gewichtsverhältnisse des elften Tages:

Gewichtsabnahme des Eies 0,08; für 1 Gramme Ei 0,00200 Grammes. Kohlensäureabgabe 0,057; für 1 Gramme Ei 0,00142 Grammes. Sauerstoffaufnahme 0,0426; für 1 Gramme Ei 0,00106 Grammes. Hieraus ergeben sich nach Abzug des Kohlensäuregewichtüberschusses von der Gewichtsabnahme des Eies für die Wasserexhalation des ganzen Eies 0,065 und für 1 Gramme Ei 0,00036 Grammes.

Wir finden für diesen Tag sowohl die Gewichtsabnahme des Eies als auch die Wasserabgabe um ein ziemliches geringer als an dem 10. Tage, ich muss jedoch beifügen, dass zufällig die Temperatur der Atmosphäre an dem gegebenen Tage bedeutend niedriger war, wodurch auch die Luft im Untersuchungsapparate um wenige Grade schwankte oder sank. Es hatte jedoch dieser im Augenblicke von mir nicht beobachtete Fehler keinen Nachtheil auf das Leben des Hühnchens, wohl aber mag hievon die geringere Wasserabgabe, also geringere Verdunstung und die geringere Gewichtsabnahme abzuleiten sein.

Zwölfter Tag.

Der am stumpfen Eiende befindliche Luftraum nimmt mehr und mehr zu, dagegen das Eiweiss in demselben Verhältniss an Masse ab. Der Harnsack breitet sich allmählig über den ganzen Dotter aus, umgibt diesen vollständig, so dass seine sich erreichenden Ränder mit einander verwachsen. In der Flüssigkeit des Harnsackes soll am zwölften Tage sich schon Harn befinden, und zwischen dessen beiden Blättern sich als weisse flockige Klümpchen Niederschläge aus dem Harne absetzen. Der Embryo des zwölften Tages hat bereits eine Länge von 1 Zoll 7,5 Linien, seine untere Extremität misst 8, die obere 6 Linien. Brustbein und Clavicula stehen deutlich hervor, ersteres ist bereits $3\frac{1}{2}$ Linien lang mit deutlichem, von oben nach unten sichelförmig ausgeschweiftem Kamme. Mit dem elften und zwölften Tage treten beinahe in allen Knochen Ossificationspunkte auf, zunächst in den hinteren Extremitäten, dann in den vorderen oder oberen, im Schlüsselblatte, Schulterblatt, Schambein, Hüftbein, Rippen, zu Anfang des dreizehnten Tages bereits in den Hals- und Brustwirbeln und Wirbelbogen und mit dem vierzehnten Tage sind die Knochen des Kopfes beinahe alle verknöchert.

Das Ei des zwölften Tages hatte vor seiner Einlage in den allgemeinen Brütkasten ein Gewicht von 45,908 Grammes und verlor daselbst während der elf ersten Brüt-tage 2,352 und für 1 Gramme Ei 0,051 Grammes, während des zwölften Tages im Untersuchungsapparate nahm es wieder um weitere 0,212 und für 1 Gramme Ei um 0,00486 Grammes ab.

Die in den Kaliröhren ausgeschiedene Kohlensäuremenge betrug 0,0845 und auf 1 Gramme Ei 0,00194 Grammes, entsprechend einem Volumen von 42,68 und 0,979 Cubikcentimetern.

Die betreffende Sauerstoffanalyse war folgende:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 31,7 CC.

Ut. Hgstand = 613

Bar. = 27'' 0,2''' = 733,0119 Mm.

Ob. Hgstand = 118,6

Therm. = 16 Grad C.

Differenz = 495,6

Reductionen: B. = 733,0119

Die 31,7 CC. von 223,875 auf

Differenz = 495,6

760 Mm. reducirt: $31,7 : 760 =$

237,4119

 $x : 223,875; x = 9,338$ b. 16^0 , aufT. d. Wasserd. b. $16^0 = 13,536$ 0^0 reducirt $= \frac{9,338}{1,05856} = 8,821$ CC.

223,8759

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 44,4 Cubikcentimeter.

Ut. Hgstand = 613

Bar. = 27'' = 732,857 Mm.

Ob. Hgstand = 171

Therm. = 16,2 Grad C.

Differenz = 442

Reductionen: B. = 732,857

Die 44,4 CC. von 277,147 auf

Differenz = 442

760 Mm. reducirt: $44,4 : 760 =$

290,857

 $x : 277,147; x = 13,83$ b. $16,2^0$, auf

Tension d. Wasserd. = 13,71

 0^0 reducirt $= \frac{13,83}{1,05929} = 13,056$ CC.

277,147

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 40,1 CC.

Ut. Hgstand = 613

Bar. = 27'' = 732,857 Mm.

Ob. Hgstand = 156

Therm. = 16,2 Grad C.

Differenz = 457

Reductionen: B. = 732,857

Die 40,1 CC. von 262,147 auf

Differenz = 457

760 Mm. reducirt: $40,1 : 760 =$

275,857

 $x : 262,147; x = 13,83$ b. $16,2^0$, a.

Tension d. Wasserd. = 13,71

 0^0 reducirt $= \frac{13,83}{1,05929} = 13,056$ CC.

262,147

Es ergibt sich hiernach der Sauerstoff obiger 8,821 CC. Luft: $O = \frac{15,284 - 13,056}{3} = 0,7409$ CC., und diese geben für Prozente berechnet 8,399 Prozente Sauerstoff.

Somit wurden aus dem Apparate dieses Eies III mit einem Volumen von 353,57 CC. 12,501 und von 1 Gramme Ei 0,287 Procente Sauerstoff aufgenommen.

Die absolute Sauerstoffaufnahme stellt sich aus dem Sauerstoffgehalt des Apparats III vor und nach dem Versuche folgendermassen heraus: Ov.: 73,896 — On.: 29,696 = Oe.: 44,200 und für 1 Gramme Ei 1,014 CC. Sauerstoff, während die exhalirte Kohlensäure 42,682 und 0,979 CC. betrug. Die Sauerstoffvolumina, durch ihr Gewicht ausgedrückt, erhalten wir 0,06402 und für 1 Gramme Ei 0,00147 Grammes.

Gewichtsverhältnisse des zwölften Tages:

Gewichtabnahme des Eies 0,212; für 1 Gramme Ei 0,00486 Grammes. Kohlensäureabgabe 0,0845; für 1 Gramme Ei 0,00194 Grammes. Sauerstoffeinnahme 0,06402; für 1 Gramme Ei 0,00147 Grammes. Hieraus resultirt für die Wasserexhalation des ganzen Eies 0,192 und von 1 Gramme Ei 0,0439 Grammes.

Dreizehnter Tag.

Ueber den Kopf und Rücken hin treten die Federchen bereits aus ihren Bälgen hervor, während sie auf der Bauch- und Brustseite noch in letzteren verharren. Das Hühnchen hat eine Länge von 1 Zoll 8 Linien, seine untere Extremität misst 10, die obere 8 Linien. Die Augenlieder stehen offen, die Pupille wird im inneren, dem Nasenwinkel, von der Nickhaut zu $\frac{1}{3}$ gedeckt.

Die Eingeweide oder einzelnen Organe haben bereits ihre ausgesprochene Form und schon nicht unbeträchtliche Dimensionen, so finden wir den Magen mit 2 Linien Durchmesser, den Oesophagus 1 und den Dünndarm 0,4 Linien breit. Die Leber ist bereits 4 Linien breit und der rechte Lappen auch 4 Linien lang, die Gallenblase $\frac{1}{2}$

Linie lang ragt über den linken Leberlappen hervor. Der Querdurchmesser beider in ihrer Lage beisammenerhaltener Lungen beträgt $4\frac{1}{2}$ Linien, sie sind schon deutlich gelappt. Das Herz endlich mit den Vorkammern misst bis zu seiner Spitze $2\frac{1}{2}$ Linien.

Es nahm das Ei dieses Tages während den ersten zwölf Tagen um 3,04 und 1 Gramme Ei um 0,055 Grammes ab, mit Beginn des dreizehnten Tages hatte es ein Gewicht von 39,446 und verlor innerhalb der nächsten 24 Stunden im Untersuchungsapparate 0,21 und 1 Gramme Ei 0,00403 Grammes. Die in den Kaliröhren ausgeschiedene Kohlensäure betrug 0,122 und für 1 Gramme Ei 0,00309 Grammes, entsprechend einem Volumen von 61,62 und 1,562 Cubikcentimetern.

Sauerstoffanalyse des dreizehnten Tages:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 31,1 CC.

Ut. Hgstand = 614

Bar. = 27'' 6,8''' = 748,238 Mm.

Ob. Hgstand = 116

Therm. = 12,8 Grad C.

Differenz = 498

Reductionen: B. = 748,238

Die 31,1 CC. von 239,219 auf

Differenz = 498

760 Mm. reducirt: $31,1 : 760 =$

250,238

$x : 239,219; x = 9,778$ bei $12,8^{\circ}$, a.

Tension d. Wasserd. = 11,019

0° reducirt = $\frac{9,778}{1,04685} = 9,340$ CC.

239,219

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 50,7 CC.

Ut. Hgstand = 613,8

Bar. = 27'' 6,8''' = 748,238 Mm.

Ob. Hgstand = 196

Therm. = 12,8 Grad C.

Differenz = 417,8

Reductionen: B. = 748,238

Die 50,7 CC. von 319,419 auf

Differenz = 417,8

760 Mm. reducirt: $50,7 : 760 =$

330,438

$x : 319,419; x = 21,308$ b. $12,8^{\circ}$, a.

Tension d. Wasserd. = 11,019

0° reducirt = $\frac{21,308}{1,04685} = 20,354$ CC.

319,419

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 43,8 CC.

Ut. Hgstand = 614

Bar. = 27" 6,8''' = 748,238 Mm.

Ob. Hgstand = 168,5

Therm. = 13 Grad C.

Differenz = 445,5

Reductionen: B. = 748,238

Die 43,8 CC. von 291,576 auf

Differenz = 445,5

760 Mm. reducirt: $43,8 : 760 =$

302,738

$x : 291,576$; $x = 16,803$ bei 13°, a.

Tension d. Wasserd. = $\frac{11,162}{291,576}$

0° reducirt = $\frac{16,803}{1,04758} = 16,039$ CC.

Der in obigen 9,34 CC. Luft enthaltene Sauerstoff ist gleich dem entschwundenen Knallgase, getheilt durch 3 = $\frac{20,354 - 16,039}{3} = 1,438$ CC. Sauerstoff, und diese geben, auf 100 Volumina Luft berechnet 15,396, Prozente. Ich hatte für den 13., 14., 15. und 17. Tag, welche ich in der ganzen Reihe zuletzt der Untersuchung unterwarf, das Volumen des einzelnen Apparates, wie bei deren Beschreibung erwähnt wurde, durch Einsetzen der Flaschen k erweitert; desshalb ist auch der Prozentgehalt der im Apparate circulirenden Luft an Sauerstoff wieder grösser, obgleich dessen Aufnahme von Seite des Eies mit dem vorschreitenden Tage eine beträchtlichere ist.

Das Ei des dreizehnten Tages war dem Apparate II eingelegt mit einem Volumen von 1230,9 CC., aus welchem Luftvolumen folglich das ganze Ei 5,504 und 1 Gramme Ei 0,139 Prozente Sauerstoff aufnahm. Die absolute Menge des inhalirten Sauerstoffs, berechnet aus dem Sauerstoffgehalt des Apparates II vor (siehe Volumbestimmung) und nach dem Versuche, ergibt sich wie folgt: Ov.: 257,259 — On.: 189,510 = Oe.: 67,749 Cubikcentimeter und für 1 Gramme Ei 1,717 CC., während die ausgeathmete Kohlensäure des dreizehnten Tages 61,623 und für 1 Gramme Ei 1,562 CC. betrug.

Die Sauerstoffvolumina, auf Gewichtstheile übertragen, geben 0,0969 und 0,0024 Grammes.

Gewichtsverhältnisse des dreizehnten Tages.

Gewichtsabnahme des Eies 0,21, für 1 Gramme Ei 0,00408 Grammes. Kohlensäureabgabe 0,122, für 1 Gramme Ei 0,00309 Grammes. Sauerstoffaufnahme 0,0969, für 1 Gramme Ei 0,0024 Grammes. Hieraus ergeben sich durch Abzug des Kohlensäuregewichtüberschusses von der Gewichtsabnahme des Eies für die Wasserexhalation des ganzen Eies 0,184 und von 1 Gramme Ei 0,00339 Grammes.

Ich muss hier erwähnen, dass diese Respirationsresultate des dreizehnten Tages nicht von einem Eie sind, das wirklich dreizehn Tage im Brückasten lag; die Eier des dreizehnten Tages waren mir wiederholt zu Grunde gegangen, ich glaubte dagegen ohne Bedenken ein Ei des fünfzehnten als für den dreizehnten Tag gültig gebrauchen zu können, da dieses genau dem dreizehnten Tage entsprechend entwickelt war und auch dessen Respirationsmengen zwischen die Resultate des zwölften und vierzehnten Tages passten.

Vierzehnter Tag.

Die Allantois oder Harnsack hat den Dottersack bereits ganz umspinnen, letzterer schrumpft immer mehr zusammen, erscheint daher zahlreich gefaltet und oft auch durch tiefere Einschnürungen wie gelappt. Es erhält der Dotter durch den allmäligen Verlust flüssiger Theile ein consistenteres und dunkleres Aussehen. Der Inhalt des Dottersackes ist zäh, dickflüssig, aus ihm lassen sich dickere Klümpchen von zusammenhängenden Fettzellen herausnehmen.

Die äussere glatte Fläche des Dottersackes ist mit der gefässreichen Allantois verwachsen, die innere durch das

Eingehen des Dottersackes faltig erscheinende Fläche hat das zottige Aussehen der Darmschleimhaut, nur gelb, was sie den der Dotterhaut reichlich anhängenden Fettzellenablagerungen verdankt. Wie der Dottersack, so nimmt auch das Amnion durch Verlust der Flüssigkeit ab. Die durch das Amnion tretenden Gefässe haben eine beträchtliche Stärke, die Vene ist $\frac{1}{2}$, die Arterien $\frac{1}{3}$ Linien breit und strotzend gefüllt. Das Hühnchen hat eine Länge von 2 Zoll. Der Kopf, von langgestreckter Form, misst vom Hinterkopfe bis zur Schnabelspitze $10\frac{1}{2}$ Linien, der Kopf mit Hals 9 Linien, der Rumpf die übrigen 1 Zoll 3 Linien. Der Leibesnabel ist bis auf 2 Linien geschlossen, die Nägel der Zehen sind schön weiss und der ganze Körper mit 3 — 4 Linien langen Federchen bedeckt.

Das Ei des vierzehnten Tages hatte vor Einlage in den allgemeinen Brütkasten ein Gewicht von 43,604 Grammes und verlor daselbst während der ersten dreizehn Tage 3,924 und auf 1 Gramme Ei reducirt 0,0899 Grammes.

Während des vierzehnten Tages im Untersuchungsapparate wurde es um 0,25 und für 1 Gramme Ei um 0,0063 Grammes leichter.

Die Kohlensäure betrug 0,229 und für 1 Gramme Ei 0,00577 Grammes, entsprechend einem Volumen von 126,342 und 3,184 Cubikcentimetern.

Sauerstoffanalyse des vierzehnten Tages:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 38,5 CC.

Ut. Hgstand = 613,7 Bar. = 27" 7,7'" = 750,863 Mm.

Ob. Hgstand = 146 Therm. = 12,5 Grad C.

Differenz = 467,7

Reductionen: B. = 750,863 Die 38,5 CC. von 272,359 auf

Differenz = 467,7 760 Mm. reducirt: $38,5 : 760 =$

283,163 $x : 272,359; x = 13,797$ b. $12,5^{\circ}$, a.

Tension d. Wasserd. = 10,804 0° reducirt = $\frac{13,797}{1,04575} = 13,193$ CC.

272,359

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 50,3 CC.

Ut. Hgstand = 613,3	Bar. = 27" 7,7'" = 750,863 Mm.
Ob. Hgstand = 194,5	Therm. = 12,5 Grad C.
Differenz = 418,8	
Reductionen: B. = 750,863	Die 50,3 CC. von 321,259 auf
Differenz = 418,8	760 Mm. reducirt: $50,3 : 760 =$
332,063	$x : 321,259 ; x = 21,235$ b. $12,5^0$, a.
Tension d. Wasserd. = 10,804	0^0 reducirt = $\frac{21,235}{1,04575} = 20,306$ CC.
321,259	

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 43 CC.

Ut. Hgstand = 614	Bar. = 27" 7,7'" = 750,863 Mm.
Ob. Hgstand = 165	Therm. = 12,7 Grad C.
Differenz = 449	
Reductionen: B. = 750,863	Die 43 CC. von 290,916 auf
Differenz = 449	760 Mm. reducirt: $43 : 760 =$
301,863	$x : 290,916 ; x = 16,459$ b. $12,7^0$, a.
Tension d. Wasserd. = 10,947	0^0 reducirt = $\frac{16,459}{10,4648} = 15,727$ CC.
290,916	

Der in obigen 13,193 CC. enthaltene Sauerstoff ist gleich dem entschwundenen Knallgase, getheilt durch 3 = $\frac{20,306 - 15,727}{3} = 1,526$ CC., und diese ergeben auf 100

Volumina Luft berechnet 11,566 Prozente Sauerstoff. Für die Untersuchung des vierzehnten Tages waren, wie schon bemerkt, die Flaschen k eingeschalten. Das Ei lag im Apparat III mit einem Volumen von 1353,57 CC., somit hatte es aus genanntem Raume 9,334 und 1 Gramme Ei 0,235 Prozente Sauerstoff aufgenommen. Die absolute Sauerstoffmenge, die innerhalb der 24 Stunden des vierzehnten Tages eingeathmet wurde, ergab: Ov.: 282,896 — On.: 156,554 = Oe.: 126,342 CC. für das ganze Ei und 3,184 Cubikcentimeter für 1 Gramme Ei, während die Kohlensäure 110,61 und 2,787 CC. betrug.

Genannte Sauerstoffvolumina, in Grammes ausgedrückt, 0,1807 für das ganze und 0,0045 Grammes für 1 Gramme Ei.

Gewichtsverhältnisse des vierzehnten Tages.

Gewichtsabnahme des Eies 0,25, für 1 Gramme Ei 0,0063 Grammes. Kohlensäureabgabe 0,229; für 1 Gramme Ei 0,00577 Grammes. Sauerstoffaufnahme 0,1807, für 1 Gramme Ei 0,0045 Grammes. Hieraus resultiren für die Wasserexhalation des ganzen Eies 0,201 und von 1 Gramme Ei 0,00503 Grammes.

Fünfzehnter Tag.

Das Hühnchen hat wieder bedeutend an Grösse zugenommen, es hat bereits eine Länge von $2\frac{1}{2}$ Zoll, seine untere Extremität misst 1 Zoll 8 Linien, die obere 1 Zoll 1 Linie. Das Gehörorgan ist bereits verknöchert, es zeigen sich im Eingange der Nase die den Hühnern eigenthümlichen Schüppchen. In demselben Maasse haben sich die innern Organe weiter ausgebildet. Am Gehirne haben sich die Einbuchtungen oder Windungen vermehrt. Die Leber von braunrother Farbe besitzt eine Länge von 6 und eine Breite von 8 Linien. Die Nieren, 3 Linien lang, sind noch vom obern Theile der Wolff'schen Körper bedeckt.

Im Geschlechtsapparate tritt die Verschiedenheit der Geschlechter mehr hervor. Die Hoden erhalten mehr ihre eigenthümliche Form, die Eierstöcke bleiben flach.

Vor Einlage in den allgemeinen Brütkasten hatte das Ei des fünfzehnten Tage ein Gewicht von 46,257, verlor daselbst während der vierzehn ersten Tage 6,95 und für 1 Gramme Ei 0,1504, und während des fünfzehnten Tages im Untersuchungsapparate 0,134 und für 1 Gramme Ei 0,0034 Grammes.

Für die Kohlensäure ergaben sich 0,29 und für 1 Gramme Ei 0,00737 Grammes, entsprechend einem Volumen von 146,48 und 3,727 Cubikcentimeter.

Sauerstoffanalyse des fünfzehnten Tages:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 25,6 CC.

Ut. Hgstand = 615

Bar. = 27" 6,8''' = 748,238 Mm.

Ob. Hgstand = 93

Therm. = 13,5 Grad C.

Differenz = 522

Reductionen: B. = 748,238

Die 25,6 CC. von 214,708 auf

Differenz = 522

760 Mm. reducirt: $25,6 : 760 =$

226,238

 $x : 214,708; x = 7,232$ b. 13,5°, a.

Tension d. Wasserd. = 11,53

0° reducirt = $\frac{7,232}{1,04941} = 6,891$ CC.

214,708

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 40,3 CC.

Ut. Hgstand = 615

Bar. = 27" 6,8''' = 748,238 Mm.

Ob. Hgstand = 154

Therm. = 13,5 Grad C.

Differenz = 461

Reductionen: B. = 748,238

Die 40,3 CC. von 275,708 auf

Differenz = 461

760 Mm. reducirt: $40,3 : 760 =$

287,238

 $x : 275,708; x = 14,619$ b. 13,5°, a.

Tension d. Wasserd. = 11,53

0° reducirt = $\frac{14,619}{1,04941} = 13,93$ CC.

275,708

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 37 CC.

Ut. Hgstand = 612,5

Bar. = 27" 6,8''' = 748,238 Mm.

Ob. Hgstand = 140

Therm. = 13,5 Grad C.

Differenz = 472,5

Reductionen: B. = 748,238

Die 37 CC. von 264,208 auf

Differenz = 472,5

760 Mm. reducirt: $37 : 760 =$

275,738

 $x : 264,208; x = 12,862$ b. 13,5°, a.

Tension d. Wasserd. = 11,53

0° reducirt = $\frac{12,862}{1,04941} = 12,256$ CC.

264,208

Der in obigen 6,891 CC. enthaltene Sauerstoff ist gleich dem entschwundenen Knallgase, getheilt durch

$3 = \frac{13,93 - 12,256}{3} = 0,558$ CC., und daraus ergeben

sich 8,097 Prozente Sauerstoff. Es lag das Ei im Appa-

rate IV mit einem Volumen von 1286,41 CC. und athmete somit aus letzterem 12,803 und für 1 Gramme Ei 0,325 Prozente Sauerstoff ein.

Die absolute Sauerstoffeinnahme, berechnet aus dem Sauerstoffgehalt des Apparates IV vor und nach dem Versuche, ergab: Ov.: 268,8605 — On.: 104,1609 = Oe.: 164,6996 CC. und für 1 Gramme Ei 4,19 Cubikcentimeter Sauerstoff, während die Kohlensäure 146,48 und 3,727 CC. betrug. Die Sauerstoffvolumina sind gleich 0,2355 und für 1 Gramme Ei 0,0059 Grammes.

Gewichtsverhältnisse des fünfzehnten Tages:

Gewichtsabnahme des Eies 0,134; für 1 Gramme Ei 0,0034 Grammes. Kohlensäureabgabe 0,29; für 1 Gramme Ei 0,00737 Grammes. Sauerstoffaufnahme 0,2355; für 1 Gramme Ei 0,0059 Grammes. Hieraus ergibt sich auf angegebene Weise die Wasserexhalation für das ganze Ei mit 0,079 und für 1 Gramme Ei mit 0,002 Grammes.

Für den folgenden, also sechszehnten Tag, war es mir, wie erwähnt, stets durch zufällige Störungen unmöglich geworden, sichere Resultate zu gewinnen, musste mich daher mit der Berechnung derselben aus den Differenzen des vor und nachfolgenden Tages begnügen.

Die Kohlensäure beträgt hiernach 0,341 und für 1 Gramme Ei 0,00852 Grammes, entsprechend einem Volumen von 172,241 und 4,306 Cubikcentimeter. Für die Sauerstoffaufnahme ergibt sich 186 und für 1 Gramme Ei 4,65 CC., entsprechend einem Gewichte von 0,266 und 0,0066 Grammes. Der Gewichtsverlust des ganzen Eies betrug bis zum sechszehnten Tage 6,032 Grammes und für 1 Gramme Ei 0,1508 Grammes. Der Gewichtsverlust während des sechszehnten Tages ergibt, berechnet 0,138 und für 1 Gramme Ei 0,00345 Grammes.

Hieraus resultiren als Wasserexhalation des ganzen Eies 0,063 und für 1 Gramme Ei 0,00153 Grammes. Den Entwicklungsfortschritt des sechszehnten Tages habe ich

hier nicht beschrieben, da mir ja die Eier an diesem Tage zu Grunde gingen und mir somit keine besondere Anhaltspunkte gaben.

Siebenzehnter Tag.

Der Dottersack schrumpft immer mehr, seine sackförmigen Einschnürungen oder Abschnitte werden tiefer. Es lassen sich der Dottersack und die Allantois nicht mehr von einander trennen. Die Lage des Hühnchens im Ei ist sehr wechselnd, doch befindet sich immer das Kopf-Brustende am stumpfen Pole des Eies. Es hatte seither das Kopfende eine solche Krümmung, dass das Vorderhirn oder Schnabelende gegen die Brust sah, nun aber ist der Hals, doppelt gebogen, der Schnabel ruht auf der vordern Halsfläche auf, und der Hals hat eine zweite Krümmung in der Nähe des Thorax, so dass jetzt nicht mehr das Vorderhirn oder Schnabelende, sondern der gekrümmte Hals nach vorn sieht. Das Hühnchen hat eine Länge von beinahe 3 Zoll, seinen Kopf birgt es gewöhnlich unter dem rechten Flügel. Die Nabelöffnung scheint sich zu erweitern, die in den Dottergang hineinragenden Darmschlingen treten allmähig zurück und öfters erscheint schon jetzt dunkelgelbe Dottermasse im Dottergange.

Während der ersten sechzehn Tage verlor das Ei, das vor Einlage ein Gewicht von 47,8 Grammes besass, im allgemeinen Brütkasten 7,23 und für 1 Gramme Ei 0,1512 Grammes, während der weiteren 24 Stunden im Untersuchungsapparate 0,142 und für 1 Gramme Ei 0,0035 Grammes. Die in den Kaliröhren aufgenommene Kohlensäure betrug 0,393 und für 1 Gramme Ei 0,00968 Grammes, entsprechend einem Volumen von 198,506 und 4,892 Cubikcentimeter.

Sauerstoffanalyse:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 25 CC.

Ut. Hgstand. = 614

Ob. Hgstand. = 91

Differenz = 523

Reductionen: B. = 746,88

Differenz = 523

223,880

Tension d. Wasserd. = 10,526

213,354

Bar. = 27'' 6,2''' = 746,88 Mm.

Therm. = 12,1 Grad C.

Die 25 CC. von 213,354 auf
760 Mm. reducirt: $25 : 760 =$ $x : 213,354; x = 7,018$ b. $12,1^0$, a. 0^0 reducirt $= \frac{7,018}{1,04429} = 6,72$ CC.

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 40,3 CC.

Ut. Hgstand = 613,8

Ob. Hgstand = 153,8

Differenz = 460,0

Reductionen: B. = 746,88

Differenz = 460

286,880

Tension d. Wasserd. = 10,526

276,354

Bar. = 27'' 6,2''' = 746,88 Mm.

Therm. = 12,1 Grad C.

Die 40,3 CC. von 276,354 auf
760 Mm. reducirt: $40,3 : 760 =$ $x : 276,354; x = 14,654$ b. $12,1^0$, a. 0^0 reducirt $= \frac{14,654}{1,04429} = 14,032$ CC.

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 38,4 CC.

Ut. Hgstand = 614

Ob. Hgstand = 146

Differenz = 468

Reductionen: B. = 746,88

Differenz = 468

278,880

Tension d. Wasserd. = 10,526

268,354

Bar. = 27'' 6,2''' = 746,88 Mm.

Therm. = 12,1 Grad C.

Die 38,4 CC. von 268,354 Mm. a.
760 Mm. reducirt: $38,4 : 760 =$ $x : 268,354; x = 13,558$ b. $12,1^0$, a. 0^0 reducirt $= \frac{13,558}{1,04429} = 12,982$ CC.

Der in obigen 6,72 CC. enthaltene Sauerstoff ist gleich
dem entschwundenen Knallgase, getheilt durch 3 =
 $\frac{14,032 - 12,982}{3} = 0,35$ CC. und hieraus ergeben sich

für die nach dem Versuche im Apparate befindliche Luft 5,208 Procente Sauerstoff. Es lag das Ei im Apparate III mit einem Volumen von 1353,57 CC. und athmete aus letzterem 15,692, und für 1 Gramme Ei berechnet, 0,355 Procente Sauerstoff ein.

Die absolute Sauerstoffeinnahme, berechnet aus dem Sauerstoffgehalt des Apparates III vor und nach dem Versuche, ergab: Ov.: 282,896 — On.: 70,493 = Oe.: 212,403 CC. und für 1 Gramme Ei 4,818 Cubikcentimeter Sauerstoff, während die Kohlensäure 198,506 und 4,892 CC. betrug. Die Sauerstoffvolumina sind gleich 0,3037 und für 1 Gramme Ei 0,0074 Grammes.

Gewichtsverhältnisse des siebenzehnten Tages:

Gewichtsabnahme des Eies 0,142; für 1 Gramme Ei 0,0035 Grammes. Kohlensäureabgabe 0,393; für 1 Gramme Ei 0,00968 Grammes. Sauerstoffaufnahme 0,3037; für 1 Gramme Ei 0,0074 Grammes. Hieraus ergeben sich durch Abzug des Kohlensäuregewichtüberschusses von der Gewichtsabnahme des Eies für die Wasserexhalation des ganzen Eies 0,052 und für 1 Gramme Ei 0,0013 Grammes.

Achtzehnter Tag.

Der Luftraum am stumpfen Ende des Eies ist indessen grösser geworden, und nimmt etwa den vierten Theil des Eies ein. Der Embryo misst von der Höhe des Kopfes bis zum Steisse 3 Zoll 2 Linien. Der ganze Körper ist mit bis 8 Linien langen Federchen besetzt, die zum Theile noch in ihre Säckchen eingeschlossen sind. Der Kopf hat vom Hinterhaupte bis zur Schnabelspitze 1 Zoll 4 Linien, der über dem Schnabel sitzende Kamm ist bereits 4 Linien lang und 1 Linie hoch. Ebenso haben die Extremitäten bedeutend an Länge und Stärke zugenommen, die

untere misst bereits $2\frac{1}{2}$ Zoll und ist auf dem Rücken des Fusses mit schön entwickelten schuppigen Plättchen besetzt; dessen mittlere Zehe ist 8 Linien lang und trägt auf dem vordersten Gliede einen Nagel von 1 Zoll 3 Linien. Sämmtliche Muskulatur, besonders die an der Brustwandung, ist kräftig entwickelt.

In demselben Verhältnisse, wie der ganze Körper, sind auch dessen einzelne Organe, die Eingeweide grösser und in sich, ihrer Funktion entsprechend, vollendeter geworden. Das Herz misst 4 Linien, die Lungenarterie ragt mit dickem Stamme aus dem rechten Ventrikel hervor, um sich immer mächtiger in der Lunge zu zertheilen. Letztere hat, den höchsten Raum im Thoraxe einnehmend, eine Höhe von $5\frac{1}{2}$ —6 Linien. Der Magen besitzt eine Länge von 9 und eine Breite von 6 Linien und hat schon sehr consistente dickfleischige Wandungen. Die beiden Leberlappen nehmen das ganze zweite Viertel der Brust- und Bauchhöhle ein, sie bedecken von der rechten zur linken Seite sämmtliche hier liegende Eingeweide, und lassen nach Oben nur das Herz und die Lungen, nach Unten den Magen, der sich sehr tief gesenkt hat, und nur einen kleinen Theil der Eingeweide frei. Zwischen die beiden Leberlappen ist das Herz von Oben keilförmig eingeschaltet. Die Farbe der Leber ist am achtzehnten Tage noch eine braun-rothe; die Gallenblase, von dunkelgrüner Farbe, hat eine beinahe dreieckige pyramidale Gestalt.

Das für die Erläuterung des achtzehnten Tages benützte Ei hatte, bevor es der Huhn unterlegt wurde (die Eier des achtzehnten bis einundzwanzigsten Tages wurden, wie erwähnt, von einer Henne bis zu ihrem Untersuchungstage ausgebrütet) ein Gewicht von 49,69 Grammes, und wurde während der siebenzehn ersten Tage um 7,42 und für 1 Gramme Ei um 0,149 Grammes leichter. Während des achtzehnten Tages im Untersuchungsapparate verlor das ganze Ei weitere 0,159 und 1 Gramme Ei 0,0037 Grammes.

Das Gewicht der Kohlensäure für das ganze Ei be-

trug 0,428 und für 1 Gramme Ei 0,01012 Grammes, entsprechend einem Volumen von 216,135 und 5,113 Cubikcentimeter.

Der Angabe der Sauerstoffanalyse muss ich vorausschicken, dass ich den achtzehnten bis einundzwanzigsten Tag vor dem dreizehnten bis inclusive siebenzehnten Tage der Untersuchung unterwarf, und dass ich bei erst genannten Tagen die Flaschen k noch nicht eingeschaltet hatte, wesshalb in den letzteren Tagen den Eiern die nur geringen Luftvolumina, wie sie der Apparat ohne Flaschen gab, zu Gebot standen. Unmittelbar vor dem achtzehnten Tage hatte ich den neunten analysirt und sah wohl voraus, dass die Luftvolumina der Apparate oder vielmehr deren Sauerstoff für ersteren Tag, dessen Eier eben gerade an der Reihe waren, viel zu geringe sein mussten. Desshalb, und weil ich die hernach eingesetzten Flaschen noch nicht bereit hatte, unternahm ich die Sauerstoffanalyse genannter vier Tage (18.—21.) nur von der während den letzten Stunden des jeweiligen Tages im Apparate circulirenden Luft, und liess auf der Seite, wo die von der Kohlensäure wieder befreite Luft zum Eie eindringen soll, bei g den Apparat offen stehen, damit nicht das Ei aus Mangel an Sauerstoff vor Beendigung des Versuches zu Grunde gehe, setzte jedoch auch der Röhre g eine Kaliröhre vor, um die Kohlensäure der Atmosphäre abzuhalten. Die Kohlensäure-Bestimmung konnte natürlich hiedurch nicht beeinträchtigt werden, da die Kohlensäure ja während sämtlicher 24 Stunden in den vorgesetzten Kaliröhren abgegeben werden musste. Für die letzten Stunden, wo zu erwarten war, dass für diese der im Apparate befindliche Sauerstoff noch hinreichen werde, schloss ich denselben wieder, und berechnete dann aus den Sauerstoffanalysen dieser letzten Stunden des Versuchstages die Sauerstoffaufnahme des Eies während sämtlicher 24 Stunden.

Sauerstoffanalyse des achtzehnten Tages:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 39,7 CC.

Ut. Hgstand = 613

Bar. = 27" 6,2''' = 746,88 Mm.

Ob. Hgstand = 151

Therm. = 15 Grad C.

Differenz = 462

Reductionen: B. = 746,88

Die 39,7 CC. von 272,181 auf

Differenz = 462

760 Mm. reducirt: $39,7 : 760 =$

264,880

 $x : 272,181 ; x = 14,217 \text{ b. } 15^0, \text{ a.}$

Tension d. Wasserd. = 12,699

 $0^0 \text{ reducirt} = \frac{14,217}{1,0549} = 13,477 \text{ CC.}$

272,181

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 63,8 CC.

Ut. Hgstand = 613

Bar. = 27" 6,2''' = 746,88 Mm.

Ob. Hgstand = 250

Therm. = 15 Grad C.

Differenz = 363

Reductionen: B. = 746,88

Die 63,8 CC. von 371,181 auf

Differenz = 363

760 Mm. reducirt: $63,8 : 760 =$

383,880

 $x : 371,181 ; x = 31,159 \text{ b. } 15^0, \text{ a.}$

Tension d. Wasserd. = 12,699

 $0^0 \text{ reducirt} = \frac{31,159}{1,0549} = 29,537 \text{ CC.}$

371,181

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 60 CC.

Ut. Hgstand = 613,3

Bar. = 27" 6,2''' = 746,88 Mm.

Ob. Hgstand = 234

Therm. = 15,5 Grad C.

Differenz = 379,3

Reductionen: B. = 746,88

Die 60 CC. von 354,881 auf

Differenz = 379,3

760 Mm. reducirt: $60 : 760 =$

367,580

 $x : 354,881 ; x = 27,490 \text{ b. } 15,5^0, \text{ a.}$

Tension d. Wasserd. = 12,699

 $0^0 \text{ reducirt} = \frac{27,490}{1,05673} = 26,014 \text{ CC.}$

354,881

Der in obigen 13,477 CC. enthaltene Sauerstoff ist gleich dem entschwundenen Knallgase getheilt durch 3 = $\frac{29,537 - 26,014}{3} = 1,174 \text{ CC.}$, und hieraus ergeben sich für

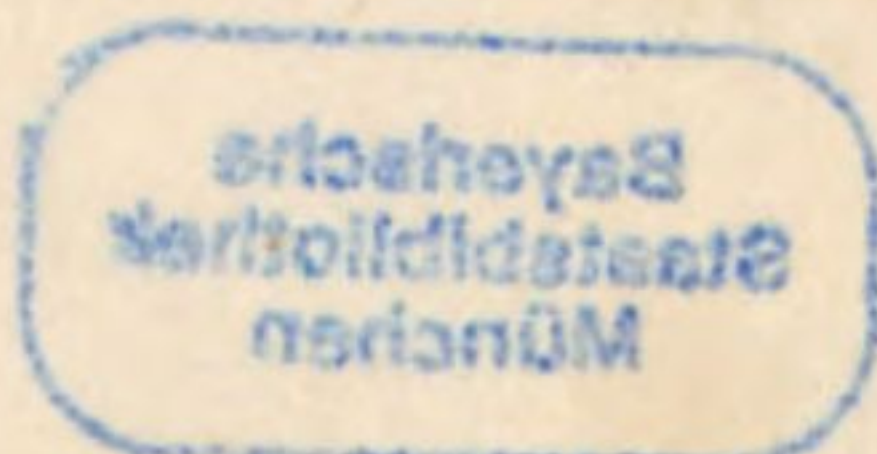
die nach dem Versuche im Apparate befindliche Luft 8,711 Procente Sauerstoff. Es befand sich das Ei im Apparate IV, mit einem Volumen von 362,414 CC. (ohne Flaschen), und athmete aus diesem in den letzten $4\frac{3}{4}$ Stunden, während welchen der Apparat geschlossen war, 12,189 Procente Sauerstoff ein. Berechnen wir diese prozentische Aufnahme auf 24 Stunden, so erhalten wir 61,58 Procente, es hätte also die im Apparate befindliche Luft 61 Procente Sauerstoff enthalten müssen, um den am achtzehnten Tage für das Ei nothwendigen Sauerstoff, nämlich 223,2 CC., liefern zu können. Hieraus lässt sich leicht ersehen, wie gross das Volumen des Apparates sein muss, um den für den achtzehnten Tag nothwendigen Sauerstoff zu liefern. Apparat IV enthält, wie oben gezeigt, 75,7445 CC. Sauerstoff, es fehlen somit 147,46 CC. Sauerstoff, entsprechend einem Volumen von 705 CC. Luft. Diese plus dem wirklichen Volumen des Apparates geben 1067 CC. Raum, und so gross oder eher noch grösser hätte also der Apparat sein müssen, um während der 24 Stunden geschlossen sämtlichen nothwendigen Sauerstoff liefern zu können.

Die absolute Sauerstoffeinnahme, berechnet aus dem Sauerstoffgehalt des Apparates IV vor und nach dem Versuche, ergab für genannte $4\frac{3}{4}$ Stunden: Ov.: 75,744 — On.: 31,569 = Oe.: 44,175 CC. Sauerstoff, und berechnen wir diese für sämtliche 24 Stunden, so erhalten wir 223,2 Cubikcentimeter Sauerstoff für das ganze Ei und 5,28 CC. für 1 Gramme Ei, während die Kohlensäure nur 216,135 und 5,113 CC. betrug.

Die Sauerstoffvolumina in Gewichtstheilen sind gleich 0,319 und für 1 Gramme Ei 0,0075 Grammes.

Gewichtsverhältnisse des achtzehnten Tages.

Gewichtsabnahme des Eies 0,159, für 1 Gramme Ei 0,0037 Grammes. Kohlensäureabgabe 0,428, für 1 Gramme Ei 0,01012 Grammes. Sauerstoffaufnahme 0,319, für 1



Gramme Ei 0,0075 Grammes. Hieraus ergeben sich als Wasserexhalation für das ganze Ei 0,050 und für 1 Gramme Ei 0,0011 Grammes.

Neunzehnter Tag.

Das Hühnchen des neunzehnten Tages hat eine Länge von 3 Zoll 3 Linien. Der Dottergang erscheint erweitert, und durch den in die Bauchhöhle wandernden Dottersack mit Dottermasse angefüllt. Es beginnt der Dottersack schon mit dem achtzehnten Tage in die Bauchhöhle zu rücken, zu Ende des neunzehnten Tages ist er bereits zur Hälfte eingetreten. Er occupirt mehr die linke Seite der Bauchhöhle und verdrängt hiedurch die daselbst liegenden Eingeweide nach der rechten Seite. Der in seinen Dimensionen nicht unbeträchtliche Magen rückt nach oben und hinten und wird nach eröffneter Bauchhöhle erst durch Entfernung des eingetretenen Dotters sichtbar. Die Leber, am vorigen Tage noch von rothbrauner Farbe, wird mit dem Eintreten des Dottersackes in die Bauchhöhle mehr und mehr gelb. Die Fettkugeln oder Zellen des Dotters scheinen resorbirt und besonders in die Leber aufgenommen zu werden. Die Leber zu dieser Zeit, unter dem Mikroskope betrachtet, zeigt beinahe lauter Fettzellen und nur verhältnissmässig wenig Leberelemente selbst. Auch die übrigen Organe erscheinen nach Eintritt des Dotters etwas geschwellt. Die Lunge hat ihr grauliches Aussehen verloren, sie wird hellroth, sehr blutreich. Nach Oeffnung des Eies athmete das Hühnchen noch in 3 Zügen, seine Lunge war auch ziemlich lufthaltig und liess beim Drücken unter Wasser zahlreiche Luftbläschen steigen.

Das Ei des neunzehnten Tages verlor während der ersten achtzehn Tage, von der Henne bebrütet, 7,657 und für 1 Gramme Ei 0,169 Grammes, hatte vor Einlage in den Untersuchungsapparat ein Gewicht von 37,6 Grammes,

und nahm daselbst während des neunzehnten Tages um 0,27 und für 1 Gramme Ei um 0,0071 Grammes ab.

Die Kohlensäure ergab für den neunzehnten Tag 0,485 und für 1 Gramme Ei 0,01289 Grammes, entsprechend 244,976 und 6,515 Cubikcentimetern.

Sauerstoffanalyse des neunzehnten Tages:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 34,4 CC.

Ut. Hgstand = 614

Bar. = 27'' 6,2''' = 746,88 Mm.

Ob. Hgstand = 129

Therm. = 15,2 Grad C.

Differenz = 485

Reductionen: B. = 746,88

Die 34,4 CC. von 249,016 auf

Differenz = 485

760 Mm. reducirt: $34,4 : 760 =$

261,88

$x : 249,016; x = 11,271$ b. $15,2^0$, a.

Tension d. Wasserd. = $\frac{12,864}{249,016}$

0^0 reducirt = $\frac{11,271}{1,05563} = 10,677$ CC.

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 55,4 CC.

Ut. Hgstand = 613,7

Bar. = 27'' 6,2''' = 746,88 Mm.

Ob. Hgstand = 215,5

Therm. = 15,2 Grad C.

Differenz = 398,2

Reductionen: B. = 746,88

Die 55,4 CC. von 335,816 auf

Differenz = 398,2

760 Mm. reducirt: $55,4 : 760 =$

348,680

$x : 335,816; x = 24,479$ b. $15,2^0$, a.

Tension d. Wasserd. = $\frac{12,864}{335,816}$

0^0 reducirt = $\frac{24,479}{1,05563} = 23,189$ CC.

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 51,4 CC.

Ut. Hgstand = 614

Bar. = 27'' 6,2''' = 746,88 Mm.

Ob. Hgstand = 199

Therm. = 15,2 Grad C.

Differenz = 415

Reductionen: B. = 746,88	Die 51,4 CC. von 319,016 auf
Differenz = 415	760 Mm. reducirt: $51,4 : 760 =$
<u>331,880</u>	$x : 319,016; x = 21,575$ b. $15,2^0$, a.
Tension d. Wasserd. = 12,864	0^0 reducirt = $\frac{21,575}{1,05563} = 20,438$ CC.
<u>319,016</u>	

Der in obigen 10,677 CC. enthaltene Sauerstoff ist gleich dem als Knallgas verschwundenen Volumen, getheilt durch 3 $= \frac{23,189 - 20,438}{3} = 0,917$ CC. und hiernach enthält die nach dem Versuche im Apparate befindliche Luft 8,56 Prozente Sauerstoff.

Das Ei befand sich im Apparate III mit einem Volumen von 353,57 CC. (ohne Flaschen) und athmete aus diesem in den letzten 4 Stunden, während denen der Apparat geschlossen war, 12,34 Prozente Sauerstoff ein, die auf 24 Stunden berechnet 74,04 Prozente ausmachen würden, aus denen sich wieder leicht das für den neunzehnten Tag bei geschlossenem Apparat nothwendige Volumen berechnen liesse.

Die absolute Sauerstoffaufnahme aus dem Sauerstoffgehalt des Apparates III, vor und nach dem Versuche berechnet ergab für genannte 4 Stunden: Ov.: 73,8963 — On.: 30,5656 = Oe.: 43,3307 Sauerstoff, und übertragen wir diese auf sämtliche 24 Stunden, so erhalten wir 259,984 CC. Sauerstoff für das ganze Ei und 6,912 CC. für 1 Gramme Ei, während die ausgeathmete Kohlensäure nur 244,976 und 6,515 Cubikcentimeter betrug. Genannte Sauerstoffvolumina sind gleich 0,3718 und für 1 Gramme Ei 0,0098 Grammes.

Gewichtsverhältnisse des neunzehnten Tages:

Gewichtsabnahme des Eies 0,27; für 1 Gramme Ei 0,0071 Grammes. Kohlensäureabgabe 0,485; für 1 Gramme Ei 0,01289 Grammes. Sauerstoffaufnahme 0,3718; für 1 Gramme Ei 0,0098 Grammes. Hieraus resultiren nach Abzug des Kohlensäuregewichtüberschusses für die Wasser-

exhalation des ganzen Eies 0,156 und für 1 Gramme Ei 0,0041 Grammes.

Zwanzigster Tag.

Der Embryo oder das Hühnchen nimmt ausser dem Luftraume beinahe die ganze Höhlung des Eies ein. Der Dottersack ist mit Ende des zwanzigsten Tages vollkommen in den Leib eingetreten, es hat sich aber der Nabel noch nicht geschlossen und es lässt sich aus ihm ein grosser Theil des Dottersches wieder herausziehen. Der in die Bauchhöhle eingetretene Theil legt sich in alle leeren Räume derselben ein und füllt somit die Lücken zwischen den Eingeweiden völlig aus. Durch den eingetretenen Dottersack wird auch die Leibesform des Hühnchens etwas verändert. Der Leib wird dicker, der After rückt dadurch in die Höhe und der Nabel hiemit mehr gegen das hintere Ende des Leibes.

Das Ei des zwanzigsten Tages hatte, bevor es der Henne unterlegt wurde, ein Gewicht von 40,059 Grammes und verlor während der neunzehn ersten Tage 10,479 und auf 1 Gramme Ei reducirt 0,261 Grammes.

Die Gewichtsabnahme während des zwanzigsten Tages im Untersuchungsapparate — das Hühnchen hatte schon zu Ende dieses Tages die Schale mit dem Schnabel durchbrochen, indessen ging nichts von der Schale verloren — betrug 0,212 und für 1 Gramme Ei 0,0072 Grammes.

Die in den Kaliröhren abgesetzte Kohlensäure betrug 0,56 und für 1 Gramme Ei 0,01893 Grammes, entsprechend einem Volumen von 282,856 und 9,562 Cubikcentimetern.

Sauerstoffanalyse des zwanzigsten Tages:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 30,4 CC.

Ut. Hgstand. = 614,5

Bar. = 27" 7,1'" = 748,916 Mm.

Ob. Hgstand. = 113,6

Therm. = 14,3 Grad C.

Differenz = 500,9

Reductionen: B. = 748,916	Die 30,4 CC. von 235,874 auf
Differenz = 500,9	760 Mm. reducirt: $30,4 : 760 =$
248,016	$x : 235,874; x = 9,434$ b. $14,3^0$, a.
Tension d. Wasserd. = 12,142	0^0 reducirt $= \frac{9,434}{1,05234} = 8,964$ CC.
235,874	

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 53 CC.	
Ut. Hgstand = 616	Bar. = 27'' 8,2''' = 750,803 Mm.
Ob. Hgstand = 206,7	Therm. = 14 Grad C.
Differenz = 409,3	
Reductionen: B. = 750,803	Die 53 CC. von 329,595 auf
Differenz = 409,3	760 Mm. reducirt: $53 : 760 =$
341,503	$x : 329,595; x = 22,984$ bei 14^0 , a.
Tension d. Wasserd. = 11,908	0^0 reducirt $= \frac{22,984}{1,05124} = 21,863$ CC.
329,595	

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 49,9 CC.	
Ut. Hgstand = 615,6	Bar. = 27'' 8,2''' = 750,803 Mm.
Ob. Hgstand = 192,8	Therm. = 14 Grad C.
Differenz = 422,8	
Reductionen: B. = 750,803	Die 49,9 CC. von 315,705 Mm. a.
Differenz = 422,8	760 Mm. reducirt: $49,9 : 760 =$
328,003	$x : 315,705; x = 20,728$ b. 14^0 , a.
Tension d. Wasserd. = 12,298	0^0 reducirt $= \frac{20,728}{1,05307} = 19,683$ CC.
315,705	

Der in obigen 8,964 CC. Luft enthaltene Sauerstoff ist gleich dem als Knallgase verschwundenen Volumen getheilt durch 3: $= \frac{21,863 - 19,683}{3} = 0,727$ CC. Sauerstoff. Es enthält somit die nach dem Versuche im Apparate befindliche Luft 8,11 Procente Sauerstoff. Das Ei befand sich im Apparate III mit einem Volumen von 353,57 CC. (ohne Flasche) und athmete aus diesem in den letzten $3\frac{1}{2}$ Stunden, während denen der Apparat geschlossen war, 12,79 Procente Sauerstoff ein, wornach der während

allen 24 Stunden geschlossene Apparate 87,7 Procente Sauerstoff enthalten müsste, um dem Ei des zwanzigsten Tages während 24 Stunden zur Respiration dienen zu können.

Die absolute Sauerstoffaufnahme, berechnet aus dem Sauerstoffgehalt des Apparates III vor und nach dem Versuche, ergab für genannte $3\frac{1}{2}$ Stunden: Ov.: 73,896 — On.: 28,675 = Oe.: 45,221 CC. Sauerstoff. Uebertragen wir diese auf sämtliche 24 Stunden, so erhalten wir 310,091 CC. Sauerstoff für das ganze Ei und 10,483 CC. für 1 Gramme Ei, während die ausgeathmete Kohlensäure nur 282,856 für das ganze und 9,562 Cubikcentimeter für 1 Gramme Ei betrug. Genannte Sauerstoffvolumina sind gleich 0,4435 und für 1 Gramme Ei 0,0149 Grammes. Da der Gaswechsel und also die Sauerstoffaufnahme in diesen letzten Tagen mit so raschen Schritten zunahm, setzte ich für das Schliessen des Apparates auch immer längere Termine, damit die dem Eie zur Verfügung gestellte Luft während der immer kürzeren Zeit des Geschlossenseins jedenfalls hinreichend genug Sauerstoff zur Respiration liefern könne.

Gewichtsverhältnisse des zwanzigsten Tages:

Gewichtsabnahme des Eies 0,212; für 1 Gramme Ei 0,0072 Grammes. Kohlensäureabgabe des ganzen Eies 0,56; für 1 Gramme Ei 0,0189 Grammes. Sauerstoffaufnahme des ganzen Eies 0,4435; für 1 Gramme Ei 0,0149 Grammes. Hieraus ergeben sich durch Abzug des Kohlensäuregewichtüberschusses von der Gewichtsabnahme des Eies für die Wasserexhalation des ganzen Eies 0,0955 und für 1 Gramme Ei 0,0032 Grammes.

Den Eiern des einundzwanzigsten Tages, die wie erwähnt während der ersten zwanzig Tage auch einer Huhn unterlegt waren, waren schon mit Beginn des einundzwanzigsten Tages ihre Hühnchen entschlüpft. So kam es denn, dass ich für genannten Tag keine Resultate erhalten

konnte, und den zwanzigsten Tag als den letzten Brüttag betrachten musste. Ich unterwarf nun die eben ausgeschlüpften Hühnchen der Untersuchung, wornach ich folgende Mengen erhielt, als:

Respirationsresultate bei dem ausgeschlüpften Hühnchen.

Schon einige Zeit vor dem Ausschlüpfen des Hühnchens aus seiner Schale hört man es deutlich piepen. Mit seinem Schnabel pickt es die umgebenden Häute, das Chorion, durch, und gelangt so mit seinem Schnabel in den Luftraum, wo nun, wenn gleich eine unvollkommene Athmung, beginnt. Durch Bewegungen des Hühnchens in der Schale springt letztere, ein Theil der Schale fällt durch diese Bewegungen ab, das Hühnchen streckt sich, richtet sich auf und verlässt seine Fesseln.

Es hat das ausgeschlüpfte Hühnchen eine Länge von $3\frac{1}{2}$ Zoll. Unter dem Brustbeine ragt die Leber zwei Linien weit hervor, unter dem linken Leberlappen zeigt sich der Magen, unter dem rechten der horizontale Theil des Dickdarms. Die ganze übrige nach Entfernung der Bauchhaut sichtbare Fläche ist von dem nun vollständig in die Bauchhöhle getretenen Dottersacke eingenommen, zwischen dessen Faltungen die Cloakenmündung hervortritt. Der Dottersack hängt durch den obliterirten Dottergang mit einer Schlinge des Dünndarms zusammen.

Die Eingeweide, Leber, Magen, Nieren, letztere sind 4 Linien lang mit $2\frac{1}{2}$ Linien langen Nebennieren, haben ziemlich an Grösse zugenommen.

Es war wohl leicht zu erwarten, dass die Respirationsmengen des frei mit der Lunge athmenden Hühnchens beträchtlich grösser sein mussten, als die an dem letzten Brüttage. Ich hatte das Hühnchen 3 Stunden lang im geschlossenen Apparate. Während dieser Zeit wurden in

den Kaliröhren 0,126 Grammes Kohlensäure ausgeschieden, entsprechend einem Volumen von 63,64 Cubikcentimeter. Berechnen wir genannte Werthe auf 24 Stunden, so erhalten wir 1,008 Grammes und 509,147 CC. Kohlensäure.

Sauerstoffanalyse des ausgeschlüpften Hühnchens:

Erste Ablesung.

Angewandtes Luftvolumen = 32,4 CC.

Ut. Hgstand = 617,0	Bar. = 27" 8,2''' = 750,803 Mm.
Ob. Hgstand = 121,5	Therm. = 14,8 Grad C.
Differenz = 495,5	
Reductionen: B. = 750,803	Die 32,4 CC. von 750,803 auf
Differenz = 495,5	760 Mm. reducirt: $32,4 : 760 =$
255,303	$x : 750,803; x = 13,049$ b. 14,8°, a.
Tension d. Wasserd. = 12,538	0° reducirt = $\frac{13,049}{1,05417} = 12,378$ CC.
242,765	

Zweite Ablesung.

Volumen nach Zusatz von Wasserstoff = 52,9 CC.

Ut. Hgstand = 616	Bar. = 27" 8,2''' = 750,803 Mm.
Ob. Hgstand = 206	Therm. = 14,8 Grad C.
Differenz = 410	
Reductionen: B. = 750,803	Die 52,9 CC. von 750,803 auf
Differenz = 410	760 Mm. reducirt: $52,9 : 760 =$
340,803	$x : 750,803; x = 22,848$ b. 14,8°, a.
Tension d. Wasserd. = 12,538	0° reducirt = $\frac{22,848}{1,05417} = 21,673$ CC.
328,265	

Dritte Ablesung.

Volumen nach der Verpuffung = 51,4 CC.

Ut. Hgstand = 615,7	Bar. = 27" 8,2''' = 750,803 Mm.
Ob. Hgstand = 199	Therm. = 14,8 Grad C.
Differenz = 416,7	
Reductionen: B. = 750,803	Die 51,4 CC. von 750,803 auf
Differenz = 416,7	760 Mm. reducirt: $51,4 : 760 =$
334,103	$x : 750,803; x = 21,747$ b. 14,8°, a.
Tension d. Wasserd. = 12,538	0° reducirt = $\frac{21,747}{1,05417} = 20,629$ CC.
321,565	

Der in obigen 12,378 CC. Luft enthaltene Sauerstoff ist gleich dem als Knallgas verschwundenen Volumen getheilt durch 3 $= \frac{21,673 - 20,629}{3} = 0,348$ CC., und hiernach enthält die nach dem Versuche im Apparate befindliche Luft 2,811 Procente Sauerstoff.

Das Hühnchen befand sich im Apparate III mit einem Volumen von 353,57 CC. (ohne Flaschen) und athmete aus diesem während den erwähnten 3 Stunden 18,089 Procente Sauerstoff ein, wornach der Apparat, um während 24 Stunden dem ausgeschlüpften Hühnchen sämtlichen Sauerstoff liefern zu können, 144,7 Procente enthalten müsste. Die absolute Sauerstoffaufnahme aus dem Sauerstoffgehalt des Apparats III vor und nach dem Versuche berechnet, ergab für genannte 3 Stunden: Ov.: 73,896 — On.: 9,938 = Oe.: 63,958 und auf 24 Stunden übertragen 511,664 Cubikcentimeter Sauerstoff, während die ausgeathmete Kohlensäure nur 509,147 CC. betrug. Die 511,664 CC. sind gleich 0,73179 Grammes. Die Wasserexhalation des erst geschlüpften Hühnchen zu bestimmen war mir bei angegebener Construction des Apparates nicht möglich. Für erwachsene Hühner verweise ich auf die chemischen Untersuchungen von Regnault und Reiset über die Respiration der Thiere (Liebig's Annalen Band 73, drittes Heft).

Wie wir gesehen haben verlor das ganze Ei bis zum zwanzigsten Tage, also während der neunzehn ersten Tage 10,479 und für 1 Gramme Ei 0,261 Grammes an Gewicht, der Gewichtsverlust während des zwanzigsten Tages betrug 0,212 und für 1 Gramme Ei 0,0072 Grammes. Den Gewichtsverlust bis zum einundzwanzigsten Tage, also während sämtlicher 20 Tage Brützeit konnte ich nicht direkt auswiegen, da mir ja die Eier für den einundzwanzigsten Tag schon ausgeschlüpft waren als ich sie wägen wollte, ich addirte daher diesmal den Gewichtsverlust von 1 Gramme Ei während des zwanzigsten Tages zu dem Ge-

wichtsverluste von 1 Gramme Ei bis zum zwanzigsten Tage, wornach sich für sämtliche zwanzig Tage 0,2682 Grammes ergeben, und berechnen wir diese auf das durchschnittliche ursprüngliche Gewicht eines ganzen Eies von 40 Grammes, so erhalten wir als Gewichtsverlust des ganzen Eies während der Bebrütung (20 Tage) 10,728 Grammes.

Die Kohlensäuremenge, so lange das Hühnchen noch im Ei war, also für genannte zwanzig Tage betrug zusammen 3,2325 und für 1 Gramme Ei, (durch Addition sämtlicher Werthe für 1 Gramme erhalten) 0,08412 Grammes, entsprechend einem Volumen von 1626,634 und für 1 Gramme Ei 42,565 Cubikcentimeter.

Die aus den Analysen der zwanzig Tage resultirende Sauerstoffmenge ergab 1755,344 und für 1 Gramme Ei 46,555 Cubikcentimeter, entsprechend einem Gewichte von 2,5161 und für 1 Gramme Ei von 0,0629 Grammes.

Gewichtsverhältnisse für die ganze Brützeit (20 Tage).

Gewichtsabnahme des Eies 10,728, für 1 Gramme Ei 0,2682 Grammes. Kohlensäureabgabe des Eies 3,2325, für 1 Gramme Ei 0,08412 Grammes. Sauerstoffaufnahme des Eies 2,5161, für 1 Gramme Ei 0,0629 Grammes. Hieraus ergeben sich durch Abzug des Kohlensäuregewichtüberschusses von der Gewichtsabnahme des Eies für die Wasserexhalation des ganzen Eies 10,0116 und von 1 Gramme Ei 0,24698 Grammes.

Auf beigefügter Tafel stellte ich sämtliche Werthe für die Gewichtsabnahme, für den Austausch der Kohlensäure und des Sauerstoffs sowie für die Wasserabgabe zusammen, und gab endlich zu deren besserer Uebersicht die einzelnen Reihen auf anfolgender Tafel in Curven. Für die Gewichtsabnahme stellte ich zwei Curven auf, die sich aber beide auf die des ganzen Eies beziehen.

Die eine dieser Gewichtscurven gibt uns die wachsende Gewichtsabnahme bis zu dem jeweils bezeichneten Tage,

die andere die Gewichtsabnahme während des betreffenden Tages. Für beide genannten Werthe bezeichnet jeder weitere Theilstrich ein Decigramme.

Die Sauerstoff- und Kohlensäure-Curven konnte ich nicht für die Werthe des ganzen Eies ziehen, denn dazu wäre wegen den grossen Differenzen der einzelnen Tage entweder eine äusserst feine Theilung der Curventafel nothwendig gewesen oder letztere wäre viel zu gross ausgefallen. Desshalb bezog ich die Curven für den Sauerstoff und die Kohlensäure bloß auf 1 Gramme Ei, jeder einzelne Theilstrich bezeichnet dabei 0,1 Cubikcentimeter.

Die Gewichtscurve oder Gewichtsabnahme bis zu dem bezeichneten Tage stellt eine zackige Linie dar, die von Anfang ziemlich rasch steigt. Das Gezackte dieser Linie rührt daher, dass eben für jeden einzelnen Tag der Untersuchung ein anderes Ei gebraucht wurde, und diese Eier, weil von verschiedener Grösse, auch mehr oder weniger ihres Wassergehaltes verdunsten liessen.

Es lässt sich aber doch aus genannter Curve ein ziemlich regelmässiger Bogen, also ein ziemlich regelmässiges Steigen heraus erkennen, wenn wir nämlich an einzelnen Tagen, wie an dem 5., 8. und 11. die Ordinaten zur Abscissenlinie *a b* etwas niedriger setzen. Bis zum 12. oder 14. Tage scheint die Gewichtsabnahme nur allmählig zu steigen, von da an aber zeigt die ganze Curve täglich raschere Steigungen.

Die Curve für die Gewichtsabnahme „an dem betreffenden Tage“ zeigt während ihres ganzen Verlaufes keine besonderen Steigungen. Schon während des ersten Tages nimmt das Ei um 0,125 Grammes ab, und erhält sich bis zum fünften Tage auf demselben Niveau; mit dem fünften steigt sie bis zum siebenten Tage, fällt wieder, steigt am vierzehnten Tage auf 0,25, fällt aber wieder, und nimmt gegen das Ende der Brützeit nochmals zu, um am neunzehnten Tage den Höhepunkt zu erreichen. Diese steten Schwankungen genannter Curve haben ihren Grund, ab-

gesehen von der verschiedenen Grösse der Eier, noch namentlich darin, dass in Folge der wechselnden Temperatur der äusseren Luft auch die Luft im Innern des Untersuchungsapparates um $1-1\frac{1}{2}$ Grad schwankt, und so die durch die Brütwärme bedingte Verdunstung des Wassergehaltes im Eie nicht gleichmässig vor sich ging.

Vergleichen wir die Zahlenwerthe der Wasserexhalation mit denen der Gewichtsabnahme, so sehen wir leicht, dass eine Curve für erstere gezogen genau dieselben Krümmungen haben wird, wie die der Gewichtsabnahme, nur werden ihre Ordinaten um ein kleines kürzer sein, als die der Gewichtsabnahme, denn die Wasserexhalation ist ja gleich der Gewichtsabnahme weniger dem jeweiligen Kohlensäure-Gewichtsüberschusse.

Die Kohlensäure-Ausscheidung oder deren Curve steigt von 4,5 CC. für das ganze Ei ganz allmähig bis zum zwölften Tage. Wir haben erfahren, dass mit dem dritten Tage der erste Kreislauf aufgetreten ist, mit dessen Auftreten aber hätte man auch eine schnelle Zunahme der Respirationsmengen erwarten können. Am zweiten Tage athmet das ganze Ei 5,8 CC., am dritten 6, am vierten 7,3 CC. Kohlensäure aus, also an jedem weiteren Tage nur geringe Mengen mehr als am vorhergehenden, was desswegen nicht auffallen darf, weil ja das Auftreten des Kreislaufes nicht plötzlich geschieht, sondern zu seiner Vollendung eines Zeitraumes von beinahe zwei Tagen bedurfte, und rechnen wir diese zurück, so finden wir auch einen Mehraustausch von mehr als 2 Cubikcentimetern als am ersten Tage. Dasselbe ist auch der Fall beim Auftreten des Allantoiskreislaufes, wo die Respirationsmengen ebenfalls keine besondere Zunahme erfahren.

Vom zwölften Tage an sind die Differenzen der einzelnen Tage überraschend grosse, es steigt die Curve, deren Ordinaten von ihrer Abscisse a b aus bisher nur ganz allmähig zunahmen, nun plötzlich rasch. Am eilften Tage haben wir noch 28 Kohlensäure, am zwölften 42, dann

61, 110, 146 etc. Damit stimmt aber auch überein das schnelle oder besser das viel schnellere Wachsen des Hühnchens. Bis zum zwölften Tage handelte es sich mehr um die Bildung oder Herstellung der einzelnen Organe; jetzt scheinen aber diese, abgesehen von ihrer Grösse, fertig gebildet zu sein, und zum Theil schon in Funktion zu treten, so die Nieren. Von nun an nimmt das ganze Hühnchen, in seinen einzelnen Theilen der Form nach aufgebaut, rasch an Grösse und Stärke zu, und bedingt somit auch die raschere Zunahme der Respiration. Von dem zwölften Tage an bleibt sich die tägliche Zunahme der Respirationsmengen so ziemlich gleich, die Differenzen der einzelnen Tage betragen für das ganze Ei 18 bis 38 und für 1 Gramme Ei von 0,281 bis 1,4 Cubikcentimeter. Einen mächtigen Sprung aber machen die Respirationsmengen vom letzten Brüttage zu denen des mit der Lunge athmenden Hühnchens, die Differenz zwischen diesen beiden Tagen beträgt 227 Cubikcentimeter.

Die Sauerstoffcurve hält dieselbe Richtung wie die der Kohlensäure ein. Die Ordinaten der einzelnen Tage sind mit Ausnahme des vierten und zehnten Tages stets höher als die der Kohlensäure, und die Differenzen der einzelnen Tage verhalten sich ebenfalls ähnlich, wie die der Kohlensäure.

Wir haben gesehen, dass die aufgenommene Sauerstoffmenge stets ziemlich beträchtlicher ist, als die ausgegebene Kohlensäure, obgleich sich dabei nicht ein ganz bestimmtes regelmässiges Verhältniss herausstellte, was vielleicht auch auf Versuchsfehlern beruhen mag, sowie der Umstand, dass am vierten und zehnten Tage die Sauerstoffmenge geringer war als die exhalirte Kohlensäure, wohl aber beträgt die Mehreinnahme an Sauerstoff immer grössere Mengen, je näher wir dem Ende der Brüttage rücken. Je mehr die Entwicklung demnach vor sich schreitet, je höher die einzelnen Zellen potenzirt, und je vielfältiger sie differenzirt werden, um so mehr scheint

Sauerstoff nothwendig zu sein. Wir finden das Ueberwiegen des eingeathmeten Sauerstoffes über die ausgeathmete Kohlensäuremenge auch bei Thieren und dem Menschen; nach Scharling inhalirt ein erwachsener Mensch in 24 Stunden 520601 CC. Sauerstoff und exhalirt nur 443409 Cubikcentimeter Kohlensäure.

Höchst interessant und wichtig scheint mir, dass schon am ersten Tage, innerhalb der ersten 24 Stunden ein so beträchtlicher Gasaustausch stattfindet; es athmet das Ei 5 CC. Sauerstoff ein, und gibt dafür $4\frac{1}{2}$ CC. Kohlensäure aus. Wodurch soll aber zu dieser Zeit die Respiration oder Gasaustausch vermittelt werden, wo noch nicht im Entferntesten an ein besonderes Respirationsorgan zu denken ist? Hierin liegt der Beweis, dass nicht der Embryo im Eie allein, sondern das ganze Ei respirirt. Sobald die Bewegung der Entwicklung das Ei angegriffen hat, treten im ganzen Eie, in jeder einzelnen Zelle Prozesse auf, welche die Zelle selbst umbilden, sie zu einer weitem Stufe der Entwicklung bringen. Wo eben was immer für eine Art der Bewegung stattfindet, geht diese nur vor sich unter Stoffverbrauch. Nicht nur bei körperlicher Bewegung, als deren Resultat des Stoffverbrauchs sich Milchsäure im Muskel nachweisen lässt, sondern auch bei jeder andern Bewegungsart, bei jeder andern Art des Kraftverbrauches, so bei geistiger Bewegung oder Anstrengung, muss diese Kraft wieder ersetzt werden, oder, wenn sie sich erst bilden soll, müssen Stoffe angesammelt und derart vorbereitet werden, dass sie im Stande sind, die das Leben vermittelnden Prozesse gedeihen zu lassen. Bei den durch das Ei gehenden chemisch-physikalischen Prozessen muss die einzelne Zelle als Heerd dieser Vorgänge, als Heerd des Stoffumsatzes betrachtet werden; durch die einzelne Zelle müssen daher auch die verbrauchten Stoffe abgegeben, und die zur Fortbildung nothwendigen aufgenommen werden. Es athmet somit die einzelne Zelle Sauerstoff ein, und gibt Kohlensäure aus. Auf welchen

Wegen nun dieses Gasaustausch stattfindet, ob vielleicht die Gase von Zelle zu Zelle wandern, will ich dahin gestellt sein lassen; wahrscheinlich aber ist mir, dass die „Inter-cellularräume“ die Leiter der Gase bilden, und wo eben schon Kreislauf besteht, werden insbesondere dessen Zellen die Stelle des Gasaustausches übernehmen.

Als ein weiteres höchst interessantes Resultat meiner Untersuchung führe ich an, dass das Ei, wenn es sich nicht entwickelt und auch nicht in Fäulniss übergeht, keine Spur von Kohlensäure abgibt. Diese Erfahrung machte ich nicht allein an Eiern, die für den ersten Brüttag bestimmt waren, wo man etwa sagen könnte, es haben die Eier eben noch nicht angefangen sich zu entwickeln, oder sich noch nicht weit genug entwickelt, um wägbare Mengen von Kohlensäure abzugeben, oder die Fäulniss ist für wägbare Mengen noch nicht erheblich genug; solche Eier kamen mir auch am zweiten und selbst dritten Tage noch vor, sowie auch Eier des dritten Tages häufig erst Entwicklungen zeigten, wie sie dem ersten oder zweiten Tage entsprechen. Es lagen somit die Eier schon bis 3 Tage in der Brütmaschine, wo sie unter constanter Wärme von 35 bis 37 Grad Celsius sowohl zum Beginne ihrer Entwicklung als auch zum Faulen Muse genug gehabt hätten. Keines von beiden trat aber ein, und während der 24 Stunden Versuchszeit zeigte sich auch keine Spur von Respiration. Diese Umstände, dass das Ei durch die Wärme und den über dasselbe hingleitenden Sauerstoff der Luft weder zur Entwicklung noch zur Fäulniss erregt wurde, scheinen mir darauf hinzudeuten, dass eben genannte Momente wohl unterstützende Bedingungen sind, ohne deren Beihülfe die Entwicklung nicht vor sich gehen kann, dass sie aber nicht betrachtet werden können als die nächste Ursache der Entwicklung des befruchteten Eies.

Das Ei befindet sich entweder im Zustande der Ruhe oder im Zustande der Bewegung. Im Zustande der Ruhe liegen die Atome und Atomgruppen regungslos neben ein-

ander, ohne auf einander einwirken zu können, gleichsam so ineinander gepfercht, dass sie sich nicht zu regen vermögen. Dieser Zustand entspricht der Zeit, wo es weder fault, noch sich entwickelt. Es hat aber doch die Anlage, aus genanntem Zustande geweckt zu werden und diese Anlage kann auch längere Zeit fortbestehen, d. h. sich als solche erhalten, ohne den auf sie von Aussen einwirkenden Einflüssen durch Reaction zu antworten. Solange das Ei im Zustande der Ruhe verharrt bleibt es ohne allen erkennbaren Stoffwechsel.

Durch die einwirkende Wärme und insbesondere durch den Sauerstoff können im Eie aus dieser Mauer von Atomen etwelche herausgebrochen werden, es gibt dies eine Anregung durch das ganze Ei, die einzelnen Atome und Gruppen treten in Beziehungen zu einander und aus diesem Verhältnisse der Theile unter sich müssen höchst wahrscheinlich physikalisch-chemische Prozesse entstehen, die durch den stets von neuem einwirkenden Sauerstoff und die Wärme begünstigt werden. Ich nenne dies die „vorwärtsschreitende Bewegung.“ Welcher Natur die genannten Beziehungen sind, bleibt allerdings vorerst der Vermuthung anheimgestellt, doch dürfen wir sie wohl für polar-elektrische Kräfte halten, durch welche die Atome derart geordnet werden, dass unter Mitwirkung des Sauerstoffs und der Wärme unmittelbar der Prozess der Entwicklung erfolgen muss. Dies polar-elektrische Verhältniss der Theile zu einander, das unmittelbar Entwicklungsvorgänge zur Folge hat, halte ich für die „nächste Ursache“ des Entwicklungsprocesses, und die Wärme und den Sauerstoff für diejenigen Faktoren, welche genanntes Verhältniss einzuleiten und zu erhalten, so wie auch den Entwicklungsprocess zu nähren vermögen.

Wirken dagegen letztgenannte Faktoren, Wärme und Atmosphäre längere Zeit auf das Ei ein, gelingt es dem Sauerstoff-Atome herauszubrechen und die Ruhe des Eies

zu stören, ohne dass sich zugleich das die Entwicklung unmittelbar zur Folge habende Verhältniss der Atome zu einander einstellt, so nagt er mit gierigem Zahne an dem Gebäude fort, es zerfällt und die sich zeigende Kohlensäure ist nun Resultat der Fäulniss. Diese Lösung des organischen Zusammenhangs kann im Gegensatze zur Entwicklung die „rückwärtsschreitende Bewegung“ genannt werden.

Als eine letzte Betrachtung führe ich noch kurz Eier an, die vollkommen ihrem Brüttage nach entwickelt waren, die aber während dem Versuche im Untersuchungsapparate zu Grunde gingen durch zufällige Störung der Circulation der Luft. In den Kaliapparaten waren bereits beträchtliche Mengen Kohlensäure abgegeben, wornach die Eier oder Hühnchen im Ei schon einige Zeit, so lange eben die Luft in Circulation war, regelmässig respirirt haben mussten, denn von Fäulniss war nach dem Oeffnen des Eies keine Spur zu entdecken. Es hatten diese Eier vollkommen das Aussehen als seien sie erstickt. Der Kopf und die innern Organe des Hühnchens waren tief venösroth mit Kohlensäure getränktem Blute erfüllt, obgleich Gasanalysen in der im Apparate befindlichen Luft noch grosse Mengen Sauerstoff erwiesen. Dies glaube ich als Beweis annehmen zu dürfen, dass die Diffusion der Gase allein nicht hinreicht, um den zur Respiration nöthigen Sauerstoff herbeizuziehen, der sich etwa noch an einer Stelle im Apparate vorfindet, dass also der Tod dieser Eier herbeigeführt wurde durch Erstickung in Folge der Anhäufung der Kohlensäure um das Ei. Es genügt hiemit nicht, dem Ei blos ein dem nöthigen Sauerstoff entsprechendes Luftvolumen zur Verfügung zu stellen, sondern es muss das Ei auch von der schwereren also tiefer liegenden Kohlensäureschichte befreit werden.

Nach diesen Betrachtungen ergibt sich wohl leicht, dass die gewonnenen Resultate meiner Untersuchung neben dem wissenschaftlichen Interesse und den nicht unwichtigen Aufschlüssen über das Eileben, auch einen nicht

unbedeutenden praktischen Einfluss haben können und werden, insbesondere auf die künstliche Bebrütung, indem sie uns zeigen, warum in unsern gewöhnlichen Brütmaschinen der Tod der Eier so schnell herbeigeführt wird, als dessen Ursache der baldige Mangel an Sauerstoff und die Anhäufung der Kohlensäure zu betrachten sind.

Auf welchen Wegen sich Abhülfe schaffen lässt, diese Uebelstände zu beseitigen, ist wohl leicht einzusehen. Es muss der Brütapparat in der Art eingerichtet sein, dass die die Eier umgebende Luft beständig durch neue, noch nicht zur Respiration verwandte Atmosphäre ersetzt wird, die aber schon auf den bestimmten Temperaturgrad erwärmt sein muss, ehe sie zu den Eiern gelangt. Hiedurch wird die Kohlensäure stets entfernt und werden genügende Quantitäten Sauerstoff zugeführt. Es könnten solche Apparate construirt werden nach demselben Principe wie mein hier angeführter Untersuchungsapparat mit der Vereinfachung, dass der Theil, welcher zur Bestimmung der Gase eingeschaltet ist, hinweggelassen wird und die ausströmende Kohlensäure frei nach Aussen geht. Nach Vergrösserung der Wippen und Ventile könnten statt der Eiglockchen grössere Behälter eingeschaltet werden, um darin eine grössere Anzahl Eier zugleich der Bebrütung zu unterwerfen.

Jedenfalls lassen sich aber, wo es ja nicht darauf ankommt, die Respiration zugleich zu untersuchen, viel einfachere und bessere Einrichtungen anbringen als die bei beschriebenem Apparate getroffene. Etwa folgende Einrichtung möchte dem Zwecke entsprechend sein:

Der Brütkasten oder vielmehr der Raum, in welchen die Eier eingelegt werden, erhält eine mehr oder weniger langgestreckte Form und muss durch einen gut passenden Deckel genau geschlossen werden können. In das eine Ende des Raumes mündet die Luft zuführende Röhre. Diese beschreibt unmittelbar unter dem Brütraume einige Kreistouren und mündet dann nach Aussen von dem gan-

zen Brütapparate. Unter den Windungen der zuführenden Röhre und somit auch unter dem Brütraum ist die erhitzende Flamme angebracht, so dass die Luft, welche von Aussen in die zuführende Röhre eintritt, nun im Innern des Brütapparates erwärmt wird und sodann in den Brütraum zu den Eiern gelangt.

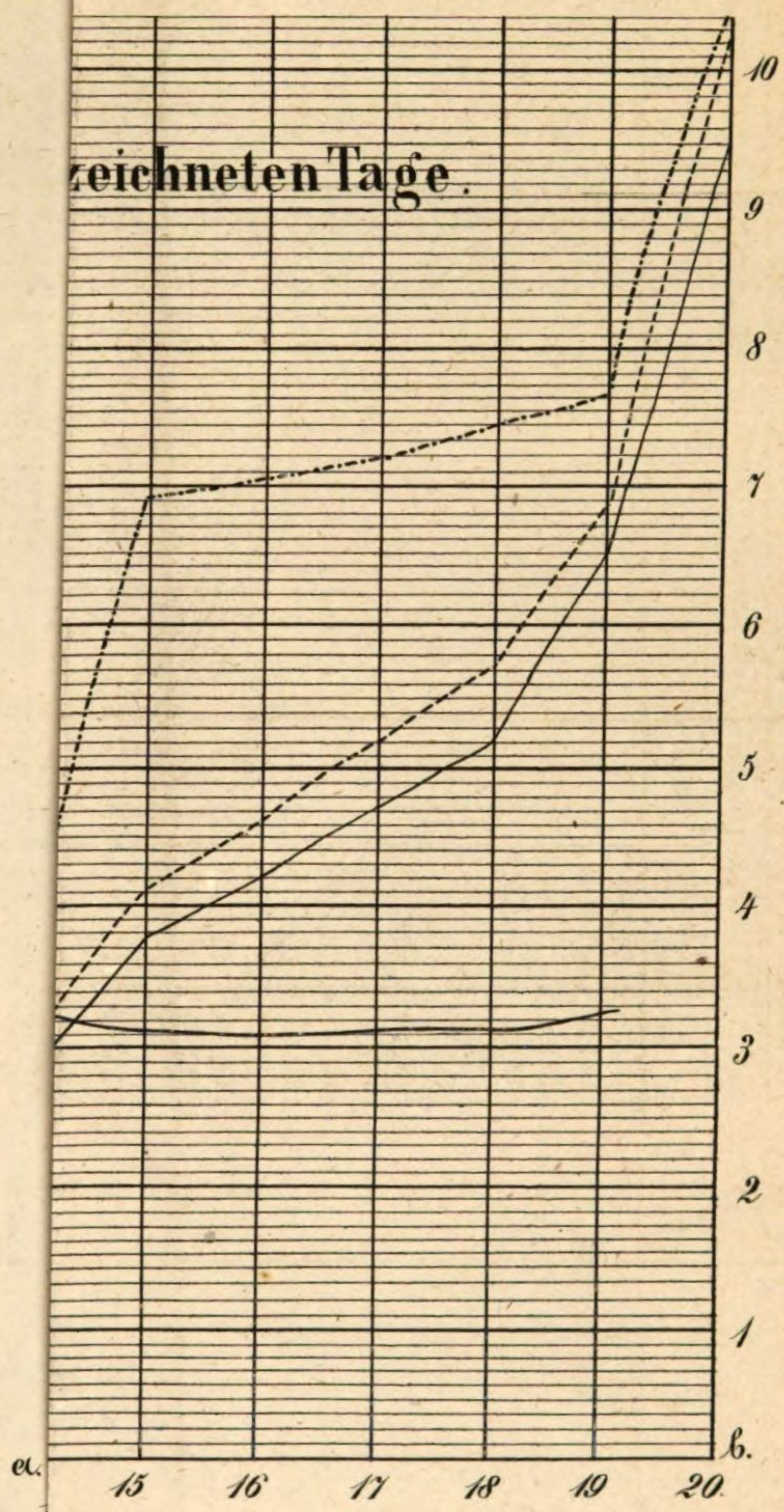
Die zweite Röhre, am andern Ende des Brütraumes angebracht, bewegt sich innerhalb des Brütapparates oben über dem Brütraume gleichfalls noch einmal im Kreise herum, um nicht allzu schnell abgekühlt zu werden, tritt dann nach Aussen und muss daselbst noch eine gewisse Strecke weit vertical in die Höhe steigen.

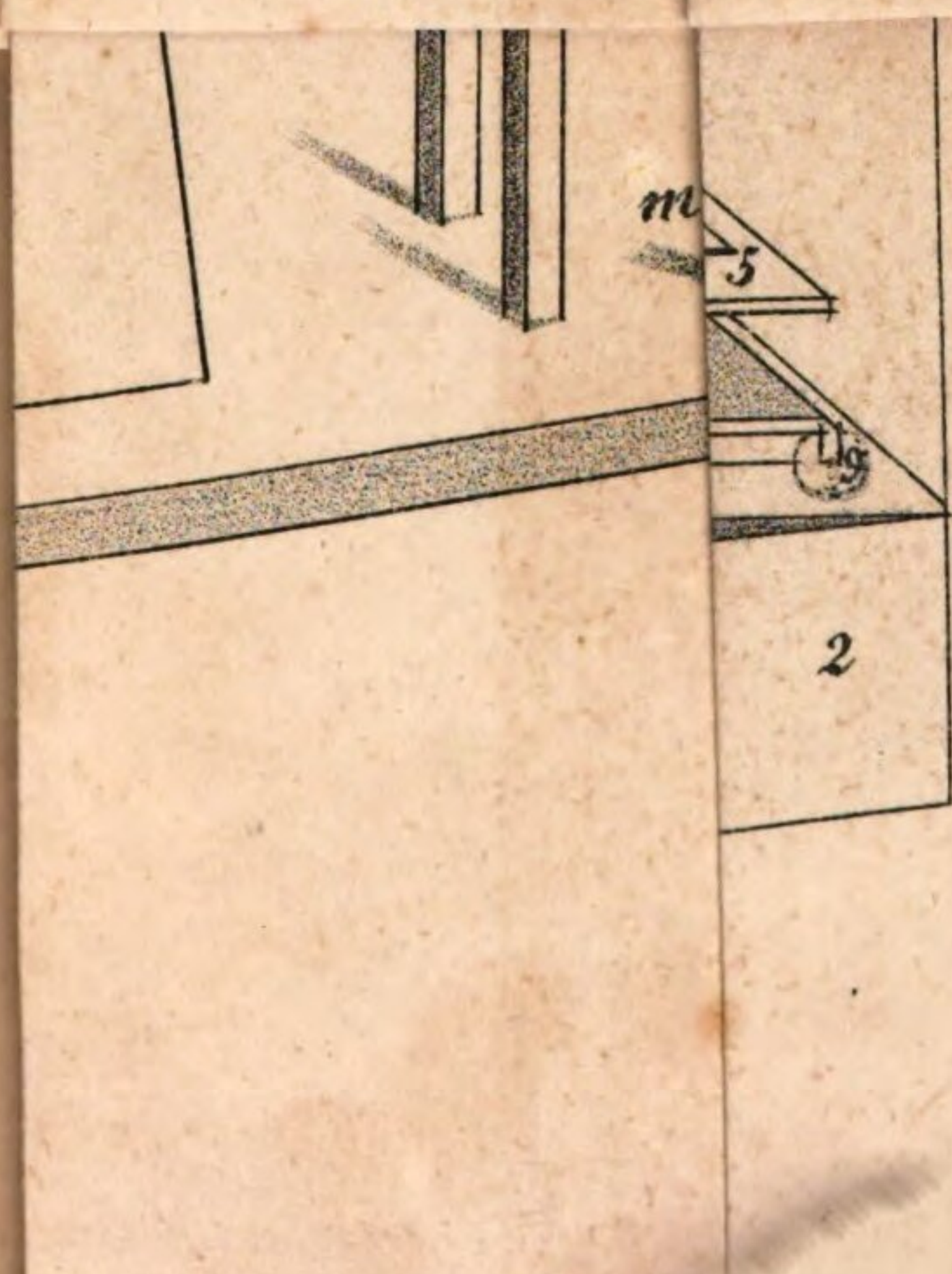
Durch diese Einrichtung wird im Brütraume ein leiser Zug entstehen; die unter genanntem Raume erwärmte Luft sucht in die Höhe zu steigen, passirt auf diesem Wege den Brütraum und tritt dann, mit den Exhalationsprodukten der Eier gemengt, durch das Zugrohr über dem Brütraume wieder aus. Die Schnelligkeit, mit welcher die Luft durch den Apparat strömt, wird leicht zu reguliren sein durch die Länge des Zugrohres über dem Apparate.

Äehnliche Einrichtungen, die denselben Zweck erreichen, werden leicht zu finden sein, ich will mich jedoch begnügen, hier die Ursache des so häufigen Misslingens der künstlichen Ausbrütung angedeutet zu haben, und überlasse die Construction eines geeigneten Brütapparates dem erfahrenen Techniker.

Gewichtsabnahme					Kohlensäure-Ausgabe.			Sauerstoffaufnahme.			Wasserabgabe.		
bis zu dem betreffenden Tage.					Grammes.			Grammes.			Grammes.		
während dem betreffenden Tage.					Cubikcentimeter.			Cubikcentimeter.			Cubikcentimeter.		
Für das ganze Ei.	Für 1 Gr. Ei.	Für das ganze Ei.	Für 1 Gr. Ei.	Für das ganze Ei.	Für das ganze Ei.	Für 1 Gr. Ei.	Für das ganze Ei.	Für das ganze Ei.	Für 1 Gr. Ei.	Für das ganze Ei.	Für das ganze Ei.	Für 1 Gr. Ei.	Für das ganze Ei.
0,125	0,00228	0,009	0,00016	4,545	0,083	0,00013	5,218	0,095	0,123	0,00225	0,095	0,123	0,00225
0,136	0,00255	0,0115	0,00021	5,808	0,109	0,00016	6,274	0,118	0,133	0,0025	0,118	0,133	0,0025
0,105	0,00215	0,012	0,00024	6,060	0,124	0,00021	7,331	0,150	0,103	0,00212	0,150	0,103	0,00212
0,126	0,00207	0,0145	0,00023	7,324	0,194	0,00014	6,354	0,104	0,121	0,00198	0,104	0,121	0,00198
0,232	0,00406	0,016	0,00028	8,081	0,141	0,00026	10,469	0,183	0,230	0,00404	0,183	0,230	0,00404
0,242	0,00559	0,020	0,00046	10,102	0,233	0,00038	11,547	0,266	0,238	0,00551	0,266	0,238	0,00551
0,269	0,00495	0,030	0,00055	15,153	0,279	0,00051	19,675	0,362	0,241	0,00491	0,362	0,241	0,00491
0,093	0,00164	0,030	0,00053	15,153	0,267	0,00049	19,675	0,347	0,091	0,0016	0,347	0,091	0,0016
0,164	0,00348	0,048	0,00101	24,245	0,514	0,00076	25,234	0,534	0,152	0,00323	0,534	0,152	0,00323
0,100	0,00203	0,050	0,00101	25,255	0,512	0,00066	22,777	0,462	0,082	0,00168	0,462	0,082	0,00168
0,080	0,00200	0,057	0,00142	28,791	0,721	0,00106	29,815	0,746	0,065	0,00036	0,746	0,065	0,00036
0,212	0,00486	0,0845	0,00194	42,682	0,979	0,00147	44,765	1,027	0,192	0,00439	1,027	0,192	0,00439
0,210	0,00408	0,122	0,00309	61,623	1,562	0,0024	67,749	1,717	0,184	0,00339	1,717	0,184	0,00339
0,250	0,00630	0,229	0,00577	110,618	2,787	0,0045	126,342	3,184	0,201	0,00503	3,184	0,201	0,00503
0,134	0,00340	0,290	0,00737	146,480	3,727	0,0059	164,699	4,190	0,079	0,0020	4,190	0,079	0,0020
0,138	0,00345	0,341?	0,00852?	172,241?	4,306?	0,0066	186,000?	4,65?	0,063	0,00153	4,65?	0,063	0,00153
0,1420	0,0035	0,393	0,00968	198,506	4,892	0,0074	212,402	5,235	0,052	0,0013	5,235	0,052	0,0013
0,159	0,0037	0,428	0,01012	216,135	5,113	0,0075	223,2	5,28	0,050	0,0011	5,28	0,050	0,0011
0,270	0,0071	0,485	0,01289	244,976	6,515	0,0098	259,984	6,912	0,156	0,0041	6,912	0,156	0,0041
0,212	0,0072	0,56	0,01893	282,856	9,562	0,0149	310,091	10,483	0,095	0,0032	10,483	0,095	0,0032
1,008		1,008		509,147			511,664		Die Summe der Wasserabgabe ist nicht durch Addition erhalten. Siehe Text.				
Ausgeschlüpfte Hühnchen.													
Summe der Resultate von sämtlichen 20 Brüttagen,													
10,728	0,2682	mit Einschluss	3,2325	0,08412	1626,634	42,5653	2,5161	0,0629	1755,344	46,555	10,0116	0,2469	
des 20. Tages.													

zeichneten Tage.





Baumgärtner, Julius

Der Athmungsprocess im Ei

Freiburg i.Br. 1861

Zool. 25 b

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10306621-0